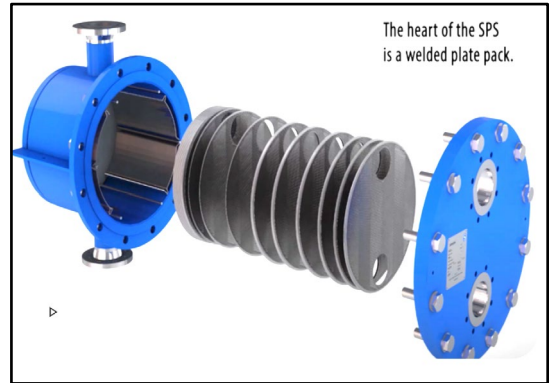




# NH3-Wärmepumpen 2-stufig

## Luft-Wasser-NH3-Wärmepumpen

Wenn im Winter die Aussenluft bei tiefen Temperaturen genutzt werden soll, also zum Beispiel in Mitteleuropa bei  $-15^{\circ}\text{C}$ , empfiehlt sich eine 2-stufige NH<sub>3</sub>-Wärmepumpe, also mit dem natürlichen Kältemittel NH<sub>3</sub> 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 R717 (NH3)

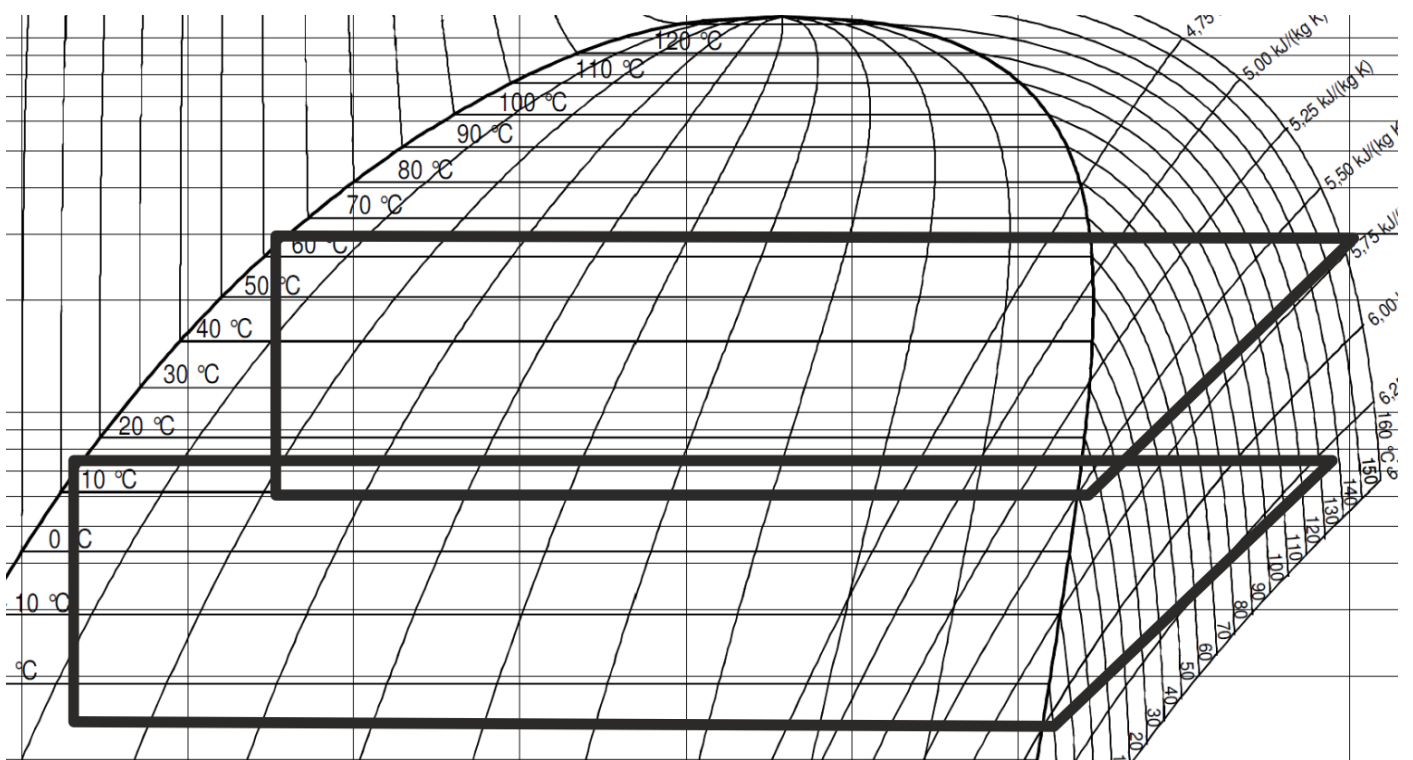
Das brennbare Kältemittel R290 (Propan) kommt bei hohen Leistungen aus Gründen diverser strenger Vorschriften nicht zum Einsatz. Das Kältemittel R744 (CO<sub>2</sub>) weist in der zweiten Stufe am Kühler überkritische Drücke bis 110 bar auf, was die Wärmetauscher unnötig verteuert.

## Niederdruck-Stufe 1

Aus Gründen einer optimalen Regulierung komprimieren 2 Turboverdichter das Kältemittel NH<sub>3</sub> 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

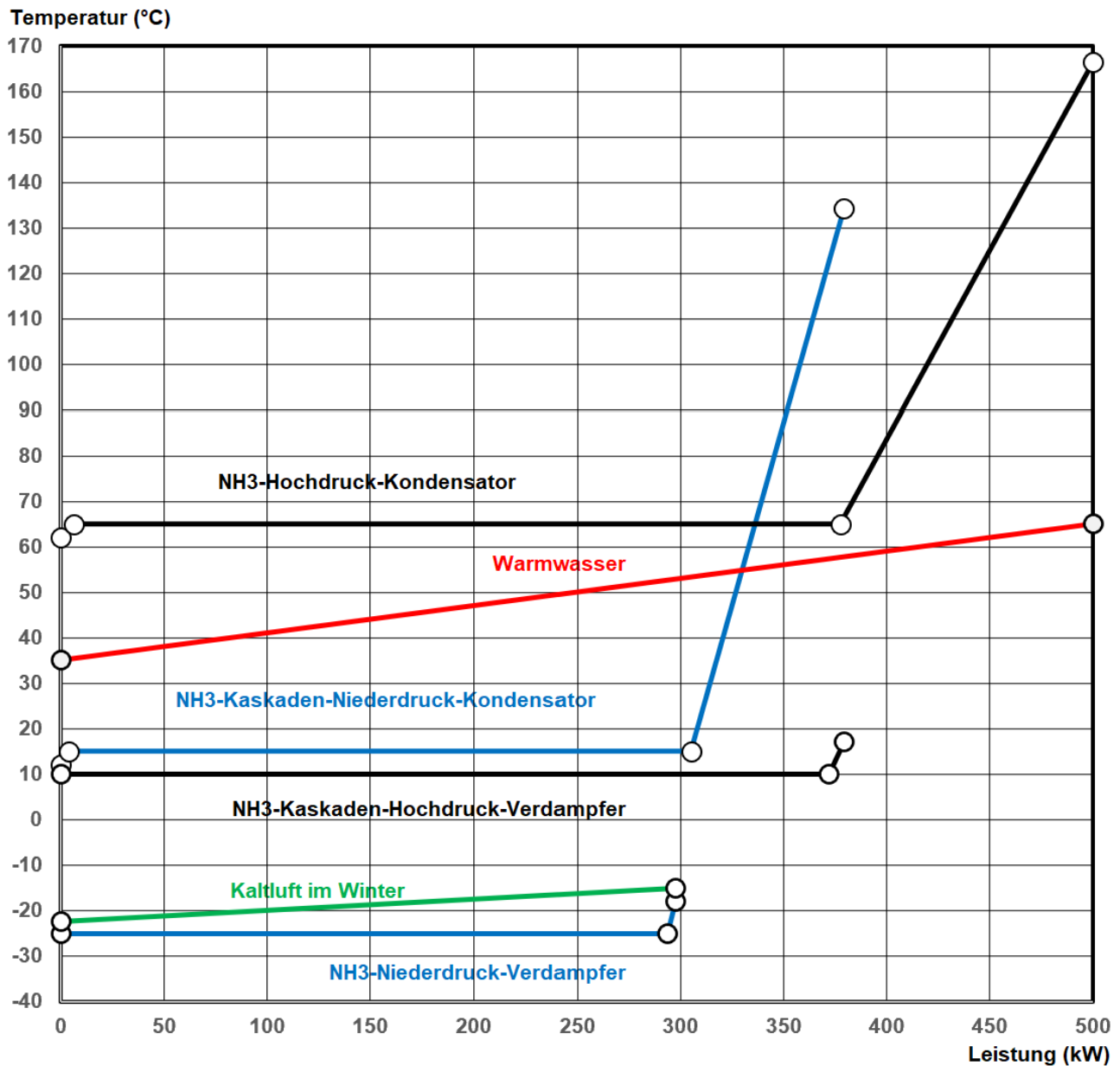
Aus Gründen einer optimalen Regulierung komprimieren 2 Turboverdichter das Kältemittel NH<sub>3</sub> auf ein vertretbares Druck- und Temperaturniveau an. Dadurch entsteht eine hohe Nutzwärme für Warm- und Heizungswasser von  $65^{\circ}\text{C}$ . Der Kondensator ist idealerweise ein geschweisster Plattenwärmetauscher. Der Verdampfer ist idealerweise ein geschweisster Plattenwärmetauscher. Welcher in Kaskadenschaltung mit der Niederdruckstufe verbunden ist.



## Beispiel

Nachfolgend wurde eine Luft-Wasser-NH<sub>3</sub>-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
<b>Warmwasser</b>	1.000	14358.514	35 auf 65	500.000
<b>NH<sub>3</sub>-Hochdruck-Kondensator</b>	29.492	1380.118	65.000	500.000
<b>NH<sub>3</sub>-Kaskaden-Niederdruck-Kondensator</b>	7.286	899.795	15.000	379.204
<b>NH<sub>3</sub>-Kaskaden-Hochdruck-Verdampfer</b>	6.151	1380.118	10.000	379.204
<b>NH<sub>3</sub>-Niederdruck-Verdampfer</b>	1.514	899.795	-25.000	297.690
<b>Kaltluft im Winter</b>		119278.084	-15 auf -22	297.690



## 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 6.544 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	297.690	----- sensibel:	249.069
Flächenreserve	%	2.863	latent:	42.078
Vorhandene Fläche	m2	1652.264	frost:	6.544
Erforderliche Fläche	m2	1606.279		
k-Wert	W/m2K	38.476		
Mittl. log. Temp. diff. ( 100.00 % )	K	4.817		

Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüßen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

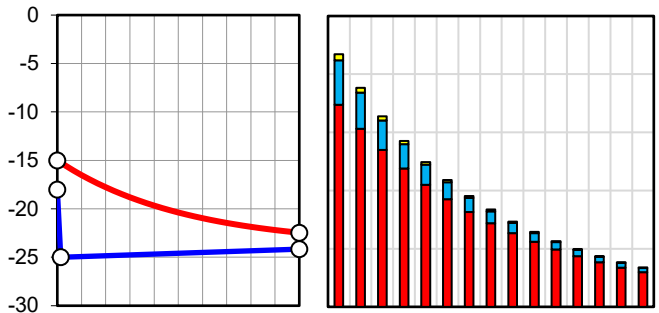
Plant  
Object  
Position

Feuchte Luft (ff=0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Temp.	°C	-15.000	-22.466	20.000
Rel. Feuchte	%	100.000	100.000	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	1.006	0.492	5.783
Dichte feucht	kg/m3	1.366	1.407	1.200
Enthalpie feucht	kJ/kg	-12.603	-21.391	34.801
Volumenstrom feucht	m3/h	87391.154	84793.857	100000.000
Massenstrom trocken	kg/h	119278.084	119278.084	119278.084
Kondensatmenge	kg/h		61.253	
Oberflächentemperatur	°C	-22.525	-23.757	
Geschwindigkeit	m/s	1.897	1.840	2.170
Druckverlust (tro. 66 Pa)	Pa		69.660	

**R717 (NH3) Verdampfung 1.514 bar (ff=0.00005 m2K/W)**

Kondensat"	°C	15.000
Kondensat'	°C	15.000
Unterkühlung	°C	12.000
Verdampfung"	°C	-25.000
Überhitzung	°C	-18.000
Massenstrom	kg/h	899.795
Volumenstrom	m3/h	694.387
Geschwindigkeit	m/s	13.934
Druckverlust Verdampfung	K	0.835
Druckverlust Kapillare	bar	4.880

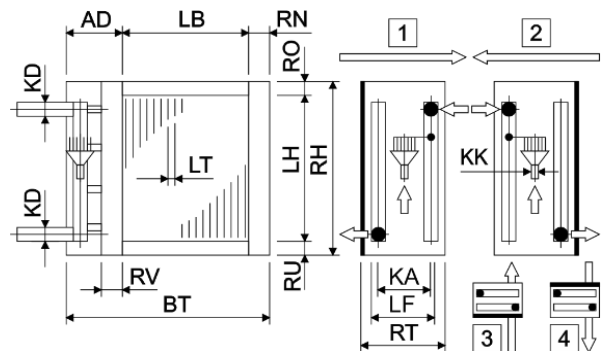
**Dampfgehalt am Einspritzpunkt 12.64 %**



**Technische Daten**

Rohre total	Stück	512
Blindrohre	Stück	2
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	8
Rohrlagen in der Höhe	Stück	64
Pässe	Stück	6
Anzahl Stränge (NC)	Stück	85
Inhalt	l	481
Gewicht	kg	1676
Anschluss für Kond.	KK	mm 42
Anschluss für Dampf	KD	mm 168
Rahmenhöhe	RH	mm 2640
Rahmenbreite	BT	mm 5328
Rahmentiefe	RT	mm 440
Lamellierte Höhe	LH	mm 2560
Lamellierte Breite	LB	mm 5000
Lamellierte Tiefe	LF	mm 277
Rahmen oben	RO	mm 40
Rahmen unten	RU	mm 40
Rahmen vorne	RV	mm 30
Rahmen hinten (~69mm)	RN	mm 69
Abdeckung (~259mm)	AD	mm 259
Kollektorabstand	KA	mm 243
Lamellenteilung	LT	mm 4.000
Lamellendicke	LD	mm 0.200
Rohrdurchmesser	DA	mm 16.400
Rohrwandstärke	S	mm 1.000
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm 40.000
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm 34.641

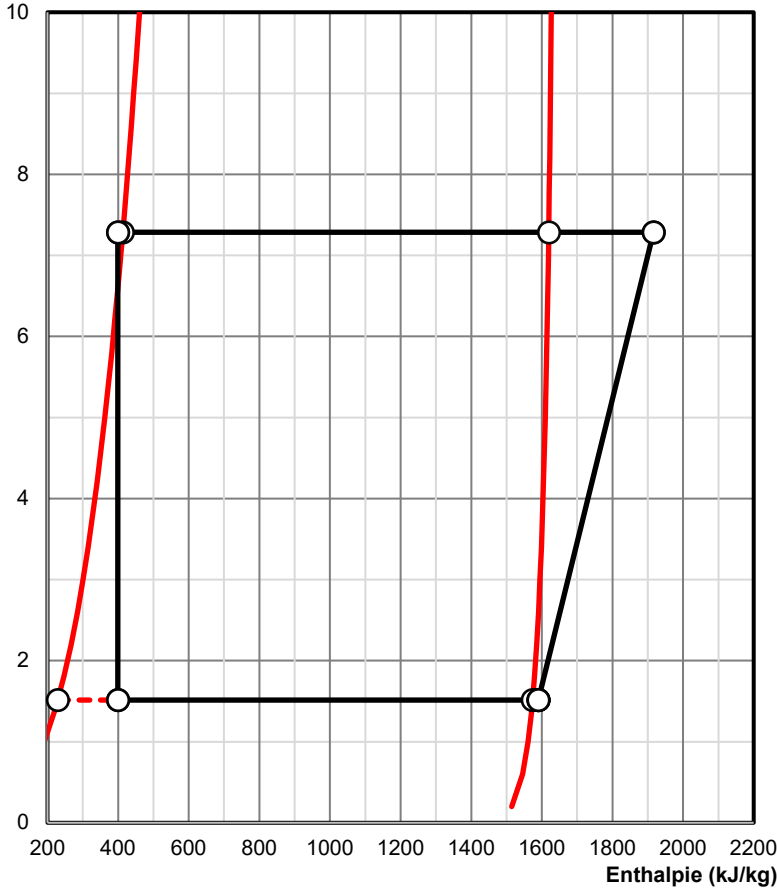
Kapillaren:	5.00 x 1.00 x 2760.00 mm
Rohre:	glatt V2A
Rohre:	versetzt
Kollektoren:	V2A
Anschlüsse:	V2A
Lamellen:	gerippt AI
Rahmen:	2.0 mm V2A
Kreise:	1 Standard
Schutz:	ohne
Schutz:	---
Luftrichtung:	horizontal



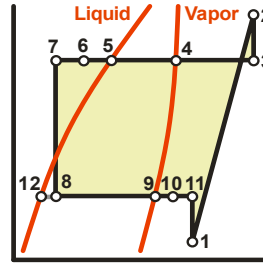
This requires 10 fans from Ziehl-Abegg, type FE80-AD.6N.V7.Y. These models use bionically shaped blades modelled on the owl's wing and are used worldwide in mechanical engineering as well as in air-conditioning, refrigeration and ventilation technology.



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

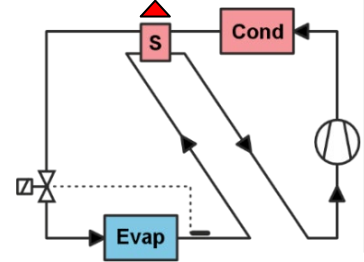
Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüßen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Plant  
Object  
Position

Wärmetauscher: Nein!



Kältekompressor	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	(n)	
1 = Kältekompressor	1.514	-18.000	1590.190				
2 = Kältekompressor	7.286	134.332	1916.321				
Differenz			326.130	81.514	899.795		
Polytropenexponent (n)						1.424	
Kondensator	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	
3 = Heissgas Kondensator	7.286	134.332	1916.321				
4 =Kondensation" (Vapor)	7.286	15.000	1619.535				
5 =Kondensation' (Liquid)	7.286	15.000	413.234				
6 = Unterkühlung Kondensator	7.286	12.000	399.158				
Differenz			1517.162	379.204	899.795	4.652	
Unterkühlung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
6 = Unterkühlung Kondensator	7.286	12.000	399.158				
7 = Unterkühlung zusätzlich	7.286	12.000	399.158				
Differenz			0.000	0.000	899.795		
Verdampfer	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	Flashgas
12 =Verdampfung' (Liquid)	1.514	-25.000	229.186				
8 = Verdampfer Einspritzpunkt	1.514	-25.000	399.158				0.126
9 = Verdampfer" (Vapor)	1.514	-25.000	1573.800				
10 = Verdampfer Überhitzung	1.514	-18.000	1590.190				
Differenz			1191.032	297.690	899.795	3.652	
Überhitzung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
10 = Überhitzung Verdampfer	1.514	-18.000	1590.190				
11 = Überhitzung zusätzlich	1.514	-18.000	1590.190				
Differenz			0.000	0.000	899.795		
Druckverlust	bar	°C	kJ/kg				
2-3 = Druckverlust	0.000	0.000					
11-1 = Druckverlust	0.000	0.000					
Anschlüsse	$\rho$	$\dot{V}$	c max	di min	di eff	da eff	$\varnothing$ eff
--	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h	m/s	m	mm	mm	--
Kondensation" (Vapor)	5.726	157.141	14.977	0.061	72.100	76.100	2 1/2"
Kondensation' (Liquid)	617.504	1.457	1.256	0.020	25.000	28.000	1"
Verdampfung' (Liquid)	671.591	1.340	0.598	0.028	32.000	35.000	1 1/4"
Verdampfung" (Vapor)	1.296	694.387	11.714	0.145	159.300	168.300	NW 150

**Druckverlust Kapillaren**

Software by www.zcs.ch



Anzahl Stränge (NC)	Stück	85.000
Länge	mm	2760.000
Aussendurchm.	mm	5.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	3.000
Rauhigkeit	mm	0.080
Massenstrom	kg/h	899.795
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.500

Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüßen

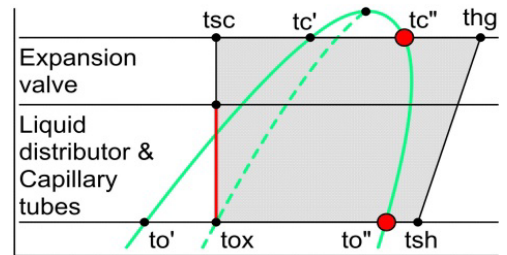
Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Plant  
Object  
Position

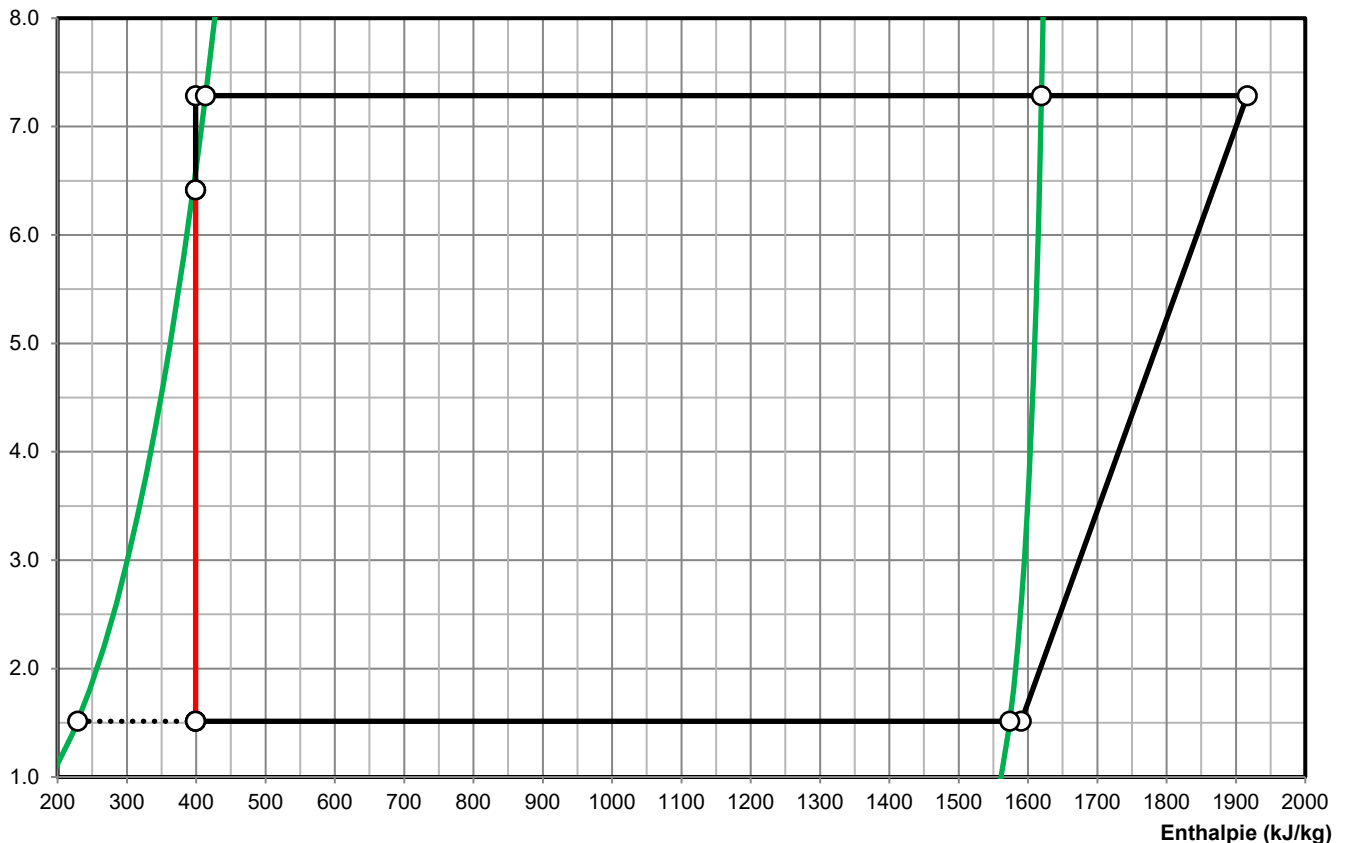
R717 (NH3)		°C	kJ/kg	---
Heissgas	thg	134.332	1916.321	
Kondensat	tc''	15.000	1619.535	
Kondensat	tc'	15.000	413.234	
Unterkühlung	tsc	12.000	399.158	
Verdampfung	to'	-25.000	229.186	
Verdampfung	tox	-25.000	399.158	
Verdampfung	to''	-25.000	1573.800	
Überhitzung	tsh	-18.000	1590.190	
Flashgas	x			0.126

Druck / Leistung		bar	kW
Kondensator	pc	7.286	379.204
Verdampfer	po	1.514	297.690
Kältekompressor	---	5.772	81.514

Druckverlust		bar	%
Druckverlust Expansionsventil		0.868	15.042
Druckverlust Kapillaren		4.904	84.958
Total		5.772	100.000



**Druck (bar)**





Anzahl Stränge (NC)	Stück	85.000	
Länge	mm	2760.000	
Aussendurchm.	mm	5.000	
Stärke	mm	1.000	
Innendurchm.	mm	3.000	
Rauhigkeit	mm	0.080	
Massenstrom	kg/h	899.795	( 100.00% )
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32	
Kälteoel-Anteil	%	0.500	

Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

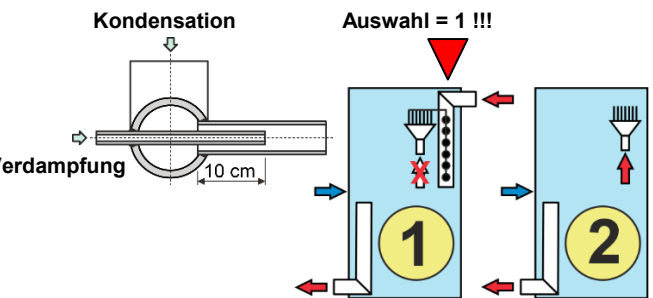
City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüssen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Plant  
Object  
Position

**R717 (NH3)**

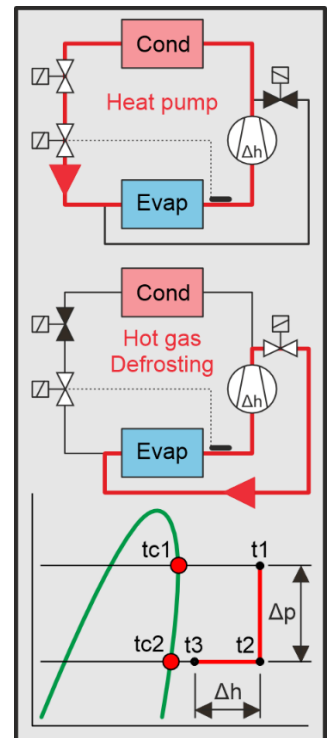
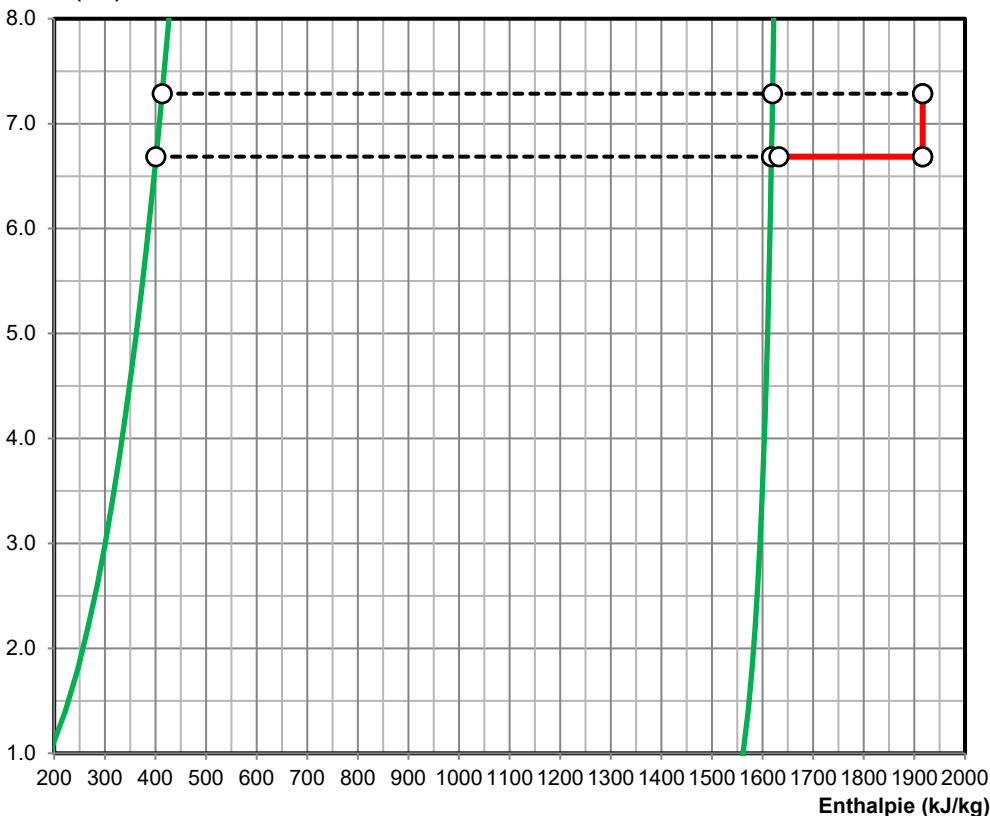
Heissgas	t1	°C	134.332
Heissgas	h1	kJ/kg	1916.321
Kondensat"	tc1	°C	15.000
Druck	p1	bar	7.286
Heissgas	t2	°C	133.634
Heissgas	h2	kJ/kg	1916.321
Kondensat"	tc2	°C	12.438
Druck	p2	bar	6.686
Kältekompressor	Qc	kW	71.080
Heissgas	h3	kJ/kg	1631.935
Heissgas	t3	°C	17.582



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

Frostleistung	kW	6.544
Abtauintervall	h	12.000
Frostenergie	kWh	78.528
Abtauzeit	h	1.105
Abtauzeit	min	66.287

**Druck (bar)**



Heissgasabtauung



Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüßen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Plant  
Object  
Position

Anzahl Stränge (NC)	Stück	85.000	
Länge	mm	2760.000	
Aussendurchm.	mm	5.000	
Stärke	mm	1.000	
Innendurchm.	mm	3.000	
Rauhigkeit	mm	0.080	
Massenstrom	kg/h	449.897	( 50.00% )
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32	
Kälteoel-Anteil	%	0.500	

**R717 (NH3)**

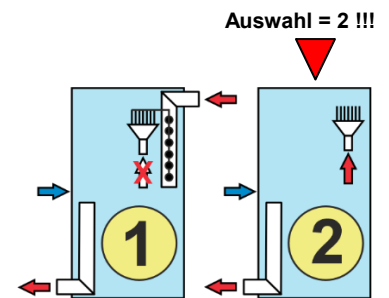
Heissgas	t1	°C	134.332
Heissgas	h1	kJ/kg	1916.321
Kondensat"	tc1	°C	15.000
Druck	p1	bar	7.286

Heissgas	t2	°C	130.000
Heissgas	h2	kJ/kg	1916.321
Kondensat"	tc2	°C	-5.954
Druck	p2	bar	3.418

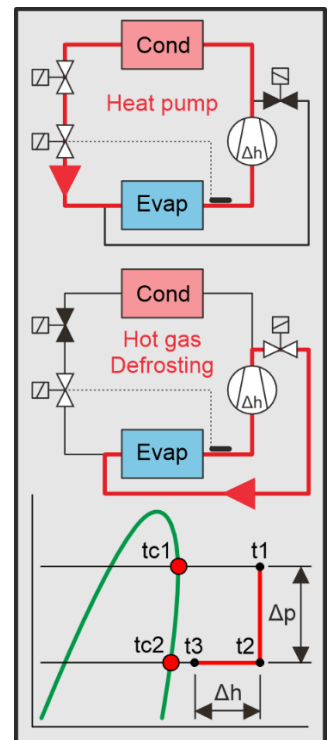
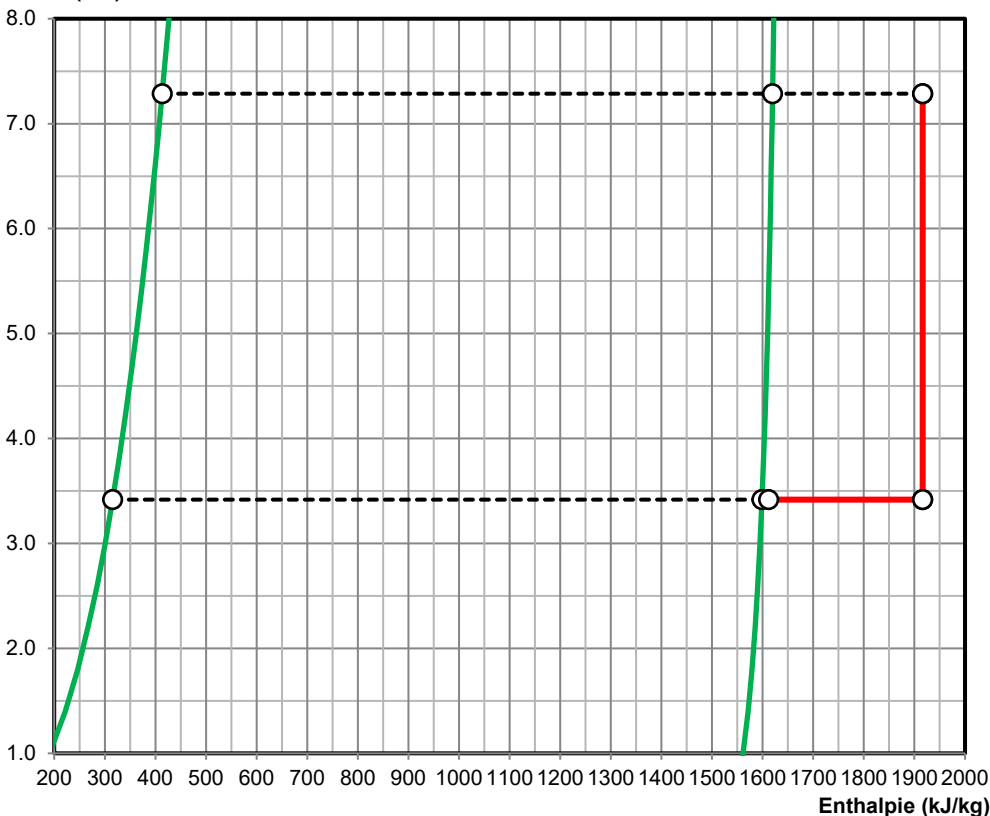
Kältekompressor	Qc	kW	38.034	( 46.66% )
Heissgas	h3	kJ/kg	1611.976	
Heissgas	t3	°C	-0.778	

Druckverlust Ventile,Leitunger	dp	bar	0.500
Druckverlust Kapillaren	dp	bar	3.368
Druckverlust total	dp	bar	3.868

Frostleistung	kW	6.544
Abtauintervall	h	12.000
Frostenergie	kWh	78.528
Abtauzeit	h	2.065
Abtauzeit	min	123.879



**Druck (bar)**



Heissgasabtauung

**Verdampfer**

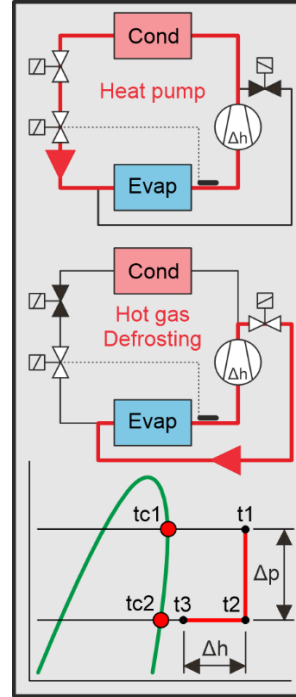
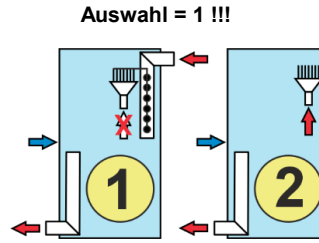
Anzahl Stränge (NC)	Stück	85.00
Länge	mm	2760.00
Aussendurchm.	mm	5.00
Stärke	mm	1.00
Innendurchm.	mm	3.00
Rauhigkeit	mm	8.00E-02
Massenstrom	kg/h	899.79
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.50

**R717 (NH3)**

Heissgas	thg	°C	134.332
Kondensat	tc"	°C	15.000
Kondensat	tc"	°C	15.000
Unterkühlung	tsc	°C	12.000
Verdampfung	to'	°C	-25.000
Verdampfung	tox	°C	-25.000
Verdampfung	to"	°C	-25.000
Überhitzung	tsh	°C	-18.000
Flashgas	x	---	0.126

Druck / Leistung	bar	kW	
Kondensator	pc	7.286	379.204
Verdampfer	Po	1.514	297.690
Kältekompressor	---	5.772	81.514

Druckverlust	bar	%
Druckverlust Expansionsventil	0.868	15.042
Druckverlust Kapillaren	4.904	84.958
Total	5.772	100.000



Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüßen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Plant  
Object  
Position

Software by www.zcs.ch

**Auswahl = 1 !!!**

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

Kältekompressor	---	kW	71.080	38.034
Druck	p2	bar	6.686	3.418
Heissgas	t2	°C	133.634	130.000
Heissgas	t3	°C	17.582	-0.778
Kondensat"	tc2	°C	12.438	-5.954
Druckverlust total	dp	bar	0.600	3.868
Frostleistung	---	kW	6.544	6.544
Abtauintervall	---	h	12.000	12.000
Frostenergie	---	kWh	78.528	78.528
<b>Abtauzeit</b>	---	<b>h</b>	<b>1.105</b>	<b>2.065</b>
<b>Verfügbarkeit</b>	---	<b>%</b>	<b>90.793</b>	<b>82.795</b>

**Umschaltbetrieb** **Auswahl = 1 !!!** **Auswahl = 2 !!!**

<b>Kondensator</b>	---	<b>kW</b>	<b>379.204</b>	<b>201.747</b>
<b>Verdampfer</b>	---	<b>kW</b>	<b>297.690</b>	<b>160.990</b>
<b>Kältekompressor</b>	---	<b>kW</b>	<b>81.514</b>	<b>40.757</b>

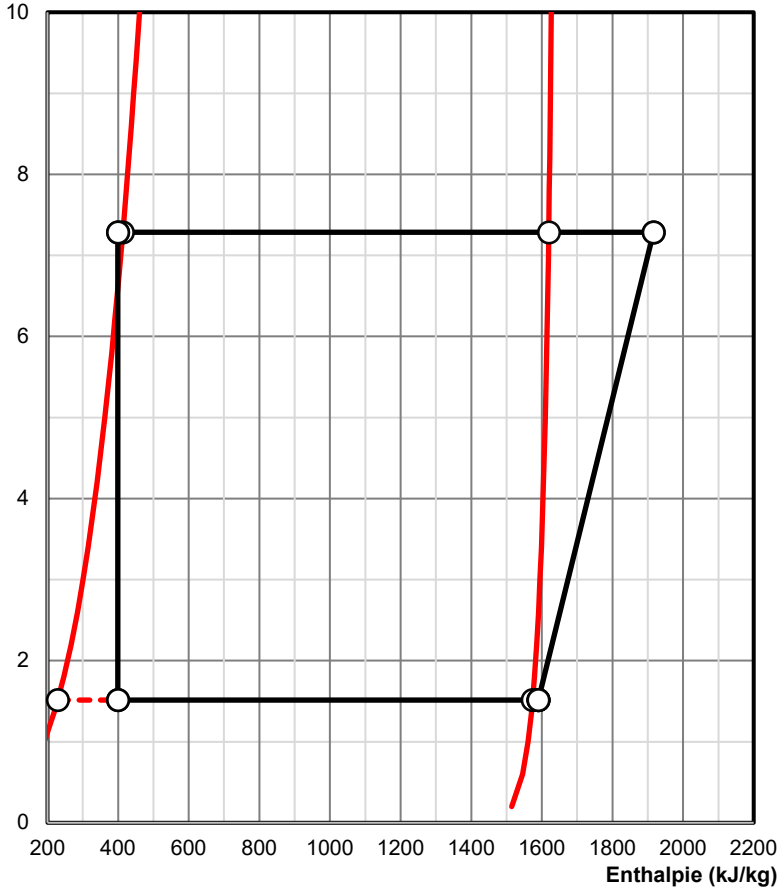
Auswahl 1: Sofern der Druckverlust in den Kapillaren sehr gross ist und man mit Heissgasen über den Kollektor abtauen will, ist das kein Problem. Sofern der Kondensator über den Kollektor im Changeover-Betrieb viel leisten soll, ist das auch kein Problem. Das Abtauen mit Heissgasen über den Kollektor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

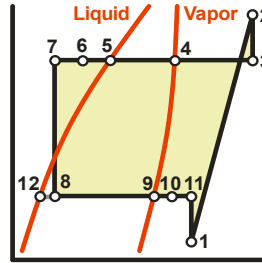




Druck (bar)



- 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

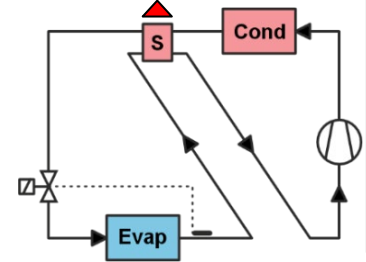
Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüßen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Plant  
Object  
Position

Wärmetauscher: Nein!



Kältekompressor	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	(n)	
1 = Kältekompressor	1.514	-18.000	1590.190				
2 = Kältekompressor	7.286	134.332	1916.321				
Differenz			326.130	81.514	899.795		
Polytropenexponent (n)						1.424	
Kondensator	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	
3 = Heissgas Kondensator	7.286	134.332	1916.321				
4 =Kondensation" (Vapor)	7.286	15.000	1619.535				
5 =Kondensation' (Liquid)	7.286	15.000	413.234				
6 = Unterkühlung Kondensator	7.286	12.000	399.158				
Differenz			1517.162	379.204	899.795	4.652	
Unterkühlung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
6 = Unterkühlung Kondensator	7.286	12.000	399.158				
7 = Unterkühlung zusätzlich	7.286	12.000	399.158				
Differenz			0.000	0.000	899.795		
Verdampfer	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	Flashgas
12 =Verdampfung' (Liquid)	1.514	-25.000	229.186				
8 = Verdampfer Einspritzpunkt	1.514	-25.000	399.158				0.126
9 = Verdampfer" (Vapor)	1.514	-25.000	1573.800				
10 = Verdampfer Überhitzung	1.514	-18.000	1590.190				
Differenz			1191.032	297.690	899.795	3.652	
Überhitzung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
10 = Überhitzung Verdampfer	1.514	-18.000	1590.190				
11 = Überhitzung zusätzlich	1.514	-18.000	1590.190				
Differenz			0.000	0.000	899.795		
Druckverlust	bar	°C	kJ/kg				
2-3 = Druckverlust	0.000	0.000					
11-1 = Druckverlust	0.000	0.000					
Anschlüsse	$\rho$	$\dot{V}$	c max	di min	di eff	da eff	$\varnothing$ eff
--	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h	m/s	m	mm	mm	--
Kondensation" (Vapor)	5.726	157.141	14.977	0.061	72.100	76.100	2 1/2"
Kondensation' (Liquid)	617.504	1.457	1.256	0.020	25.000	28.000	1"
Verdampfung' (Liquid)	671.591	1.340	0.598	0.028	32.000	35.000	1 1/4"
Verdampfung" (Vapor)	1.296	694.387	11.714	0.145	159.300	168.300	NW 150

**Druckverlust Kapillaren**

Software by www.zcs.ch



Anzahl Stränge (NC)	Stück	85.000
Länge	mm	2760.000
Aussendurchm.	mm	5.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	3.000
Rauhigkeit	mm	0.080
Massenstrom	kg/h	899.795
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.500

Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüßen

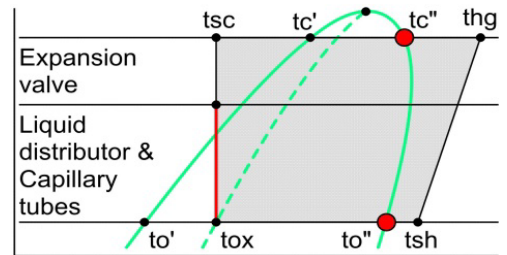
Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Plant  
Object  
Position

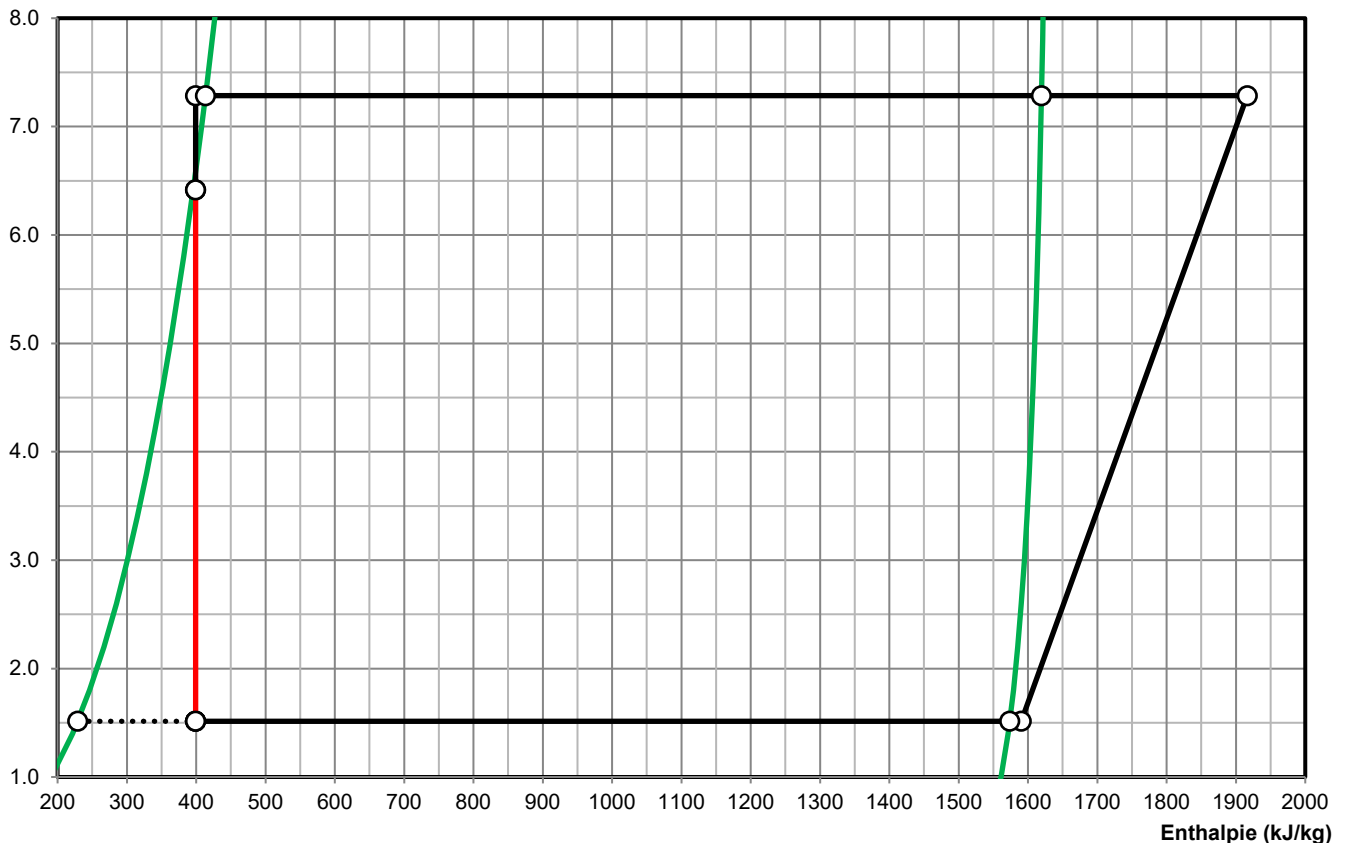
		°C	kJ/kg	---
Heissgas	thg	134.332	1916.321	
Kondensat	tc''	15.000	1619.535	
Kondensat	tc'	15.000	413.234	
Unterkühlung	tsc	12.000	399.158	
Verdampfung	to'	-25.000	229.186	
Verdampfung	tox	-25.000	399.158	
Verdampfung	to''	-25.000	1573.800	
Überhitzung	tsh	-18.000	1590.190	
Flashgas	x			0.126

Druck / Leistung	bar	kW
Kondensator	pc 7.286	379.204
Verdampfer	po 1.514	297.690
Kältekompressor	---	5.772

Druckverlust	bar	%
Druckverlust Expansionsventil	0.868	15.042
Druckverlust Kapillaren	4.904	84.958
Total	5.772	100.000



**Druck (bar)**





Anzahl Stränge (NC)	Stück	85.000
Länge	mm	2760.000
Aussendurchm.	mm	5.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	3.000
Rauhigkeit	mm	0.080
Massenstrom	kg/h	899.795
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.500

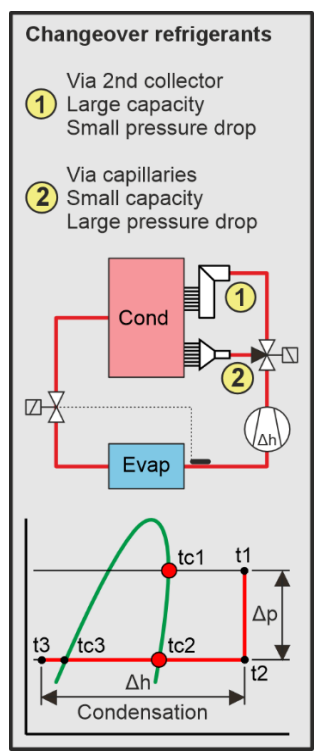
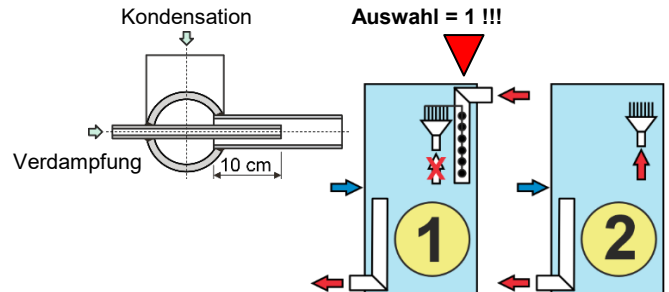
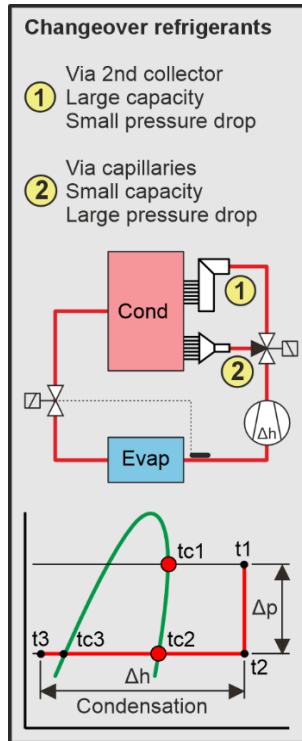
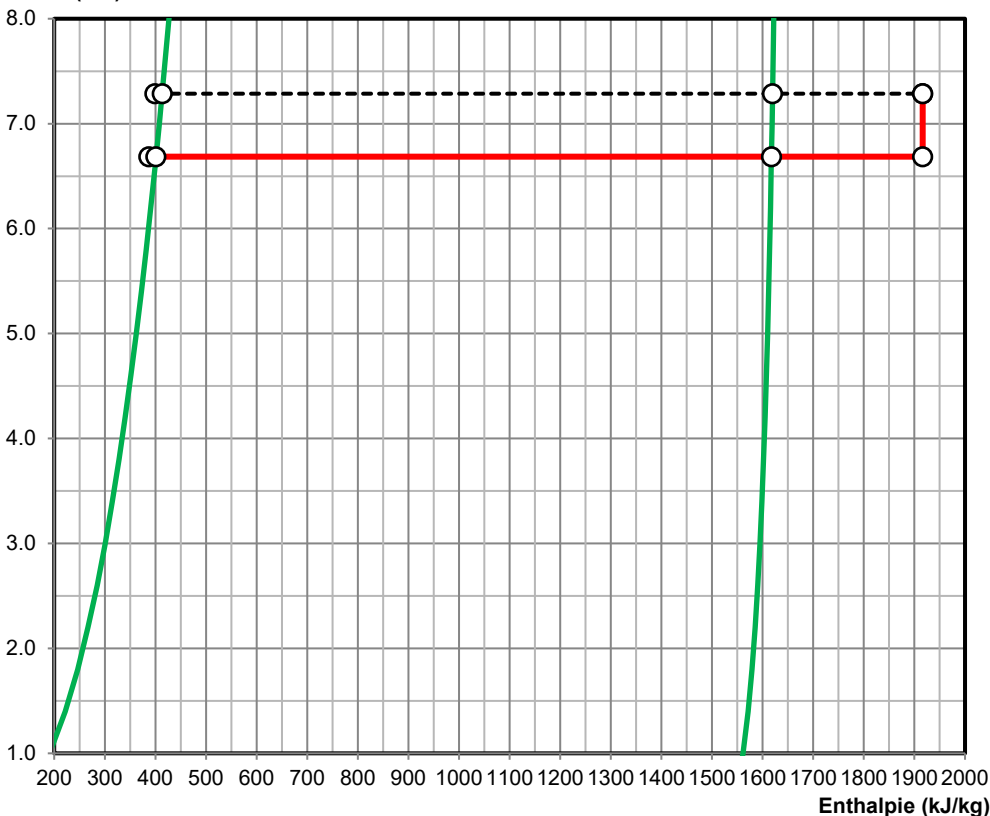
**R717 (NH3)**

Heissgas	t1	°C	134.332
Heissgas	h1	kJ/kg	1916.321
Kondensat''	tc1	°C	15.000
Druck	p1	bar	7.286
Heissgas	t2	°C	133.634
Heissgas	h2	kJ/kg	1916.321
Kondensat''	tc2	°C	12.438
Druck	p2	bar	6.686
Kondensat'	tc3	°C	12.438
Unterkühlung	t3	°C	9.438
Unterkühlung	h3	kJ/kg	387.198
Kondensator	Q	kW	382.193
Kältekompressor	Q	kW	81.514
Verdampfer	Q	kW	300.679

**Druckverlust**

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

**Druck (bar)**



Heissgasabtauung



Anzahl Stränge (NC)	Stück	85.000
Länge	mm	2760.000
Aussendurchm.	mm	5.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	3.000
Rauhigkeit	mm	0.080
Massenstrom	kg/h	637.055
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.500

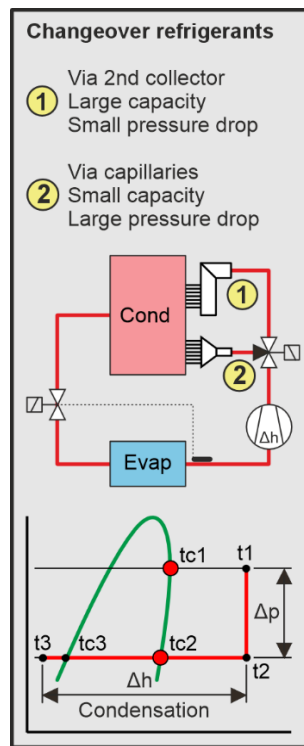
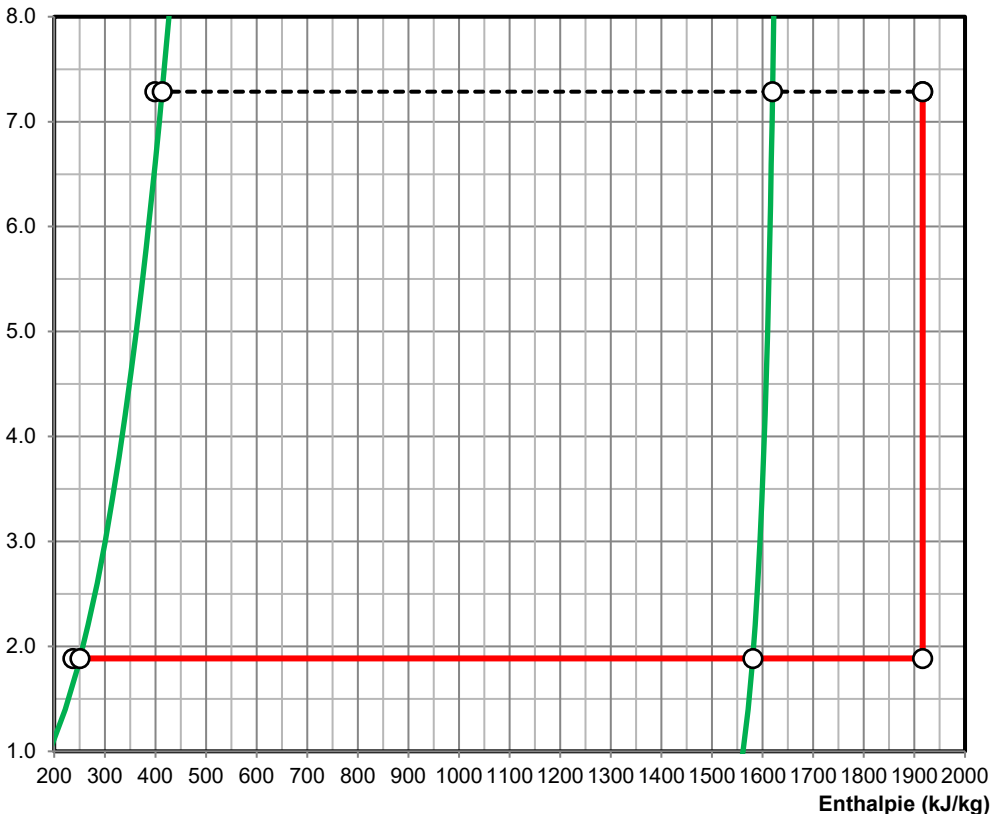
**R717 (NH3)**

Heissgas	t1	°C	134.332
Heissgas	h1	kJ/kg	1916.321
Kondensat''	tc1	°C	15.000
Druck	p1	bar	7.286
Heissgas	t2	°C	128.418
Heissgas	h2	kJ/kg	1916.321
Kondensat''	tc2	°C	-20.176
Druck	p2	bar	1.885
Kondensat'	tc3	°C	-20.176
Unterkühlung	t3	°C	-23.176
Unterkühlung	h3	kJ/kg	236.963
Kondensator	Q	kW	297.179
Kältekompressor	Q	kW	57.712
Verdampfer	Q	kW	239.467

**Druckverlust**

Druckverlust Ventile, Leitunger	dp	bar	0.500
Druckverlust Kapillaren	dp	bar	4.900
Druckverlust total	dp	bar	5.400

**Druck (bar)**



Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

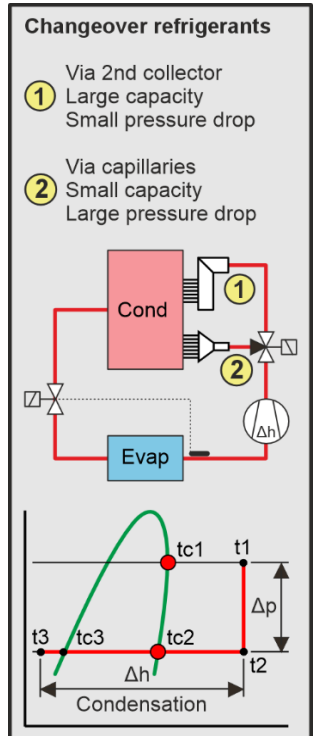
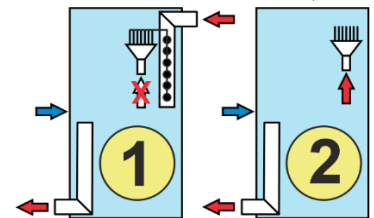
Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüßen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Plant  
Object  
Position

Auswahl = 2 !!!



Heissgasabtauung

## Verdampfer

Anzahl Stränge (NC)	Stück	85.00
Länge	mm	2760.00
Aussendurchm.	mm	5.00
Stärke	mm	1.00
Innendurchm.	mm	3.00
Rauhigkeit	mm	8.00E-02
Massenstrom	kg/h	899.79
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.50

## R717 (NH3)

Heissgas	thg	°C	134.332
Kondensat	tc"	°C	15.000
Kondensat	tc"	°C	15.000
Unterkühlung	tsc	°C	12.000
Verdampfung	to'	°C	-25.000
Verdampfung	tox	°C	-25.000
Verdampfung	to"	°C	-25.000
Überhitzung	tsh	°C	-18.000
Flashgas	x	---	0.126

Druck / Leistung	bar	kW	
Kondensator	pc	7.286	379.204
Verdampfer	po	1.514	297.690
Kältekompressor	---	5.772	81.514

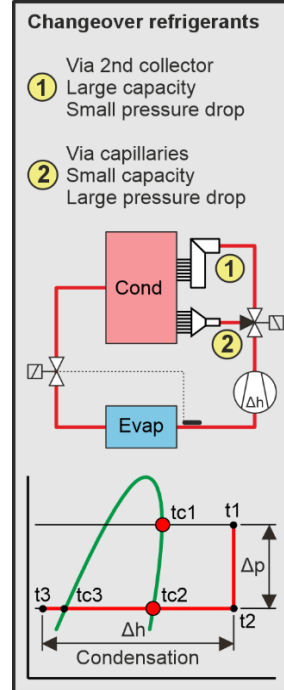
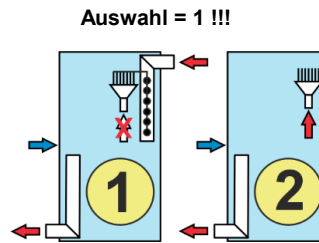
Druckverlust	bar	%
Druckverlust Expansionsventil	0.868	15.042
Druckverlust Kapillaren	4.904	84.958
Total	5.772	100.000

Kondensation	Auswahl = 1 !!!	Auswahl = 2 !!!		
Kältekompressor	---	kW	81.514	57.712
Druck	p2	bar	6.686	1.885
Druckverlust total	dp	bar	0.600	5.400
Heissgas	t2	°C	133.634	128.418
Kondensat"	tc2	°C	12.438	-20.176
Kondensat'	tc3	°C	12.438	-20.176
Unterkühlung	t3	°C	9.438	-23.176

Umschaltbetrieb	Auswahl = 1 !!!	Auswahl = 2 !!!		
Kondensator	---	kW	379.204	297.100
Verdampfer	---	kW	297.690	239.388
Kältekompressor	---	kW	81.514	57.712

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.



Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 24.6.2026  
Mit freundlichen Grüssen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Plant  
Object  
Position

Software by www.zcs.ch

**Auswahl = 1 !!!**

