



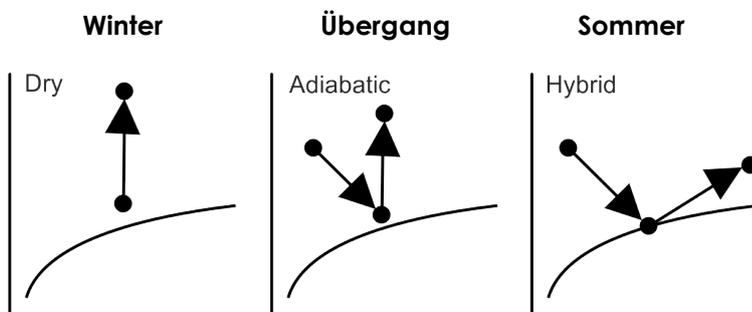
# Sole-Rückkühlung in Klimageräten

Mit steigender Klimaerwärmung steigt auch der Kaltwasserbedarf, wozu Kaltwassersätze und Eisspeicher zur Spitzenabdeckung eingesetzt werden. Mehrheitlich hat man für die Abwärme keine Verwendung, weshalb diese über einen Sole-Rückkühler abgeführt werden muss. Wenn für den Sole-Rückkühler eine Aussenaufstellung auf dem Dach nicht erlaubt oder aus anderen Gründen nicht möglich ist, kann die Sole-Rückkühlung in einem Klimagerät im Technikraum ebenso gut wenn nicht gar besser erfolgen. Weil der COP des Kaltwassersatzes so gross wie möglich sein soll, müssen die Sole-Temperaturen so tief wie möglich gehalten werden. Das erfordert je nach Aussentemperatur drei unterschiedliche Betriebsarten.

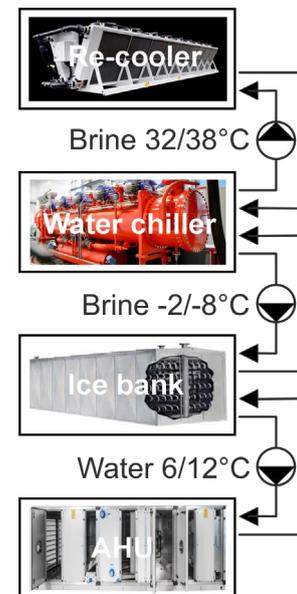
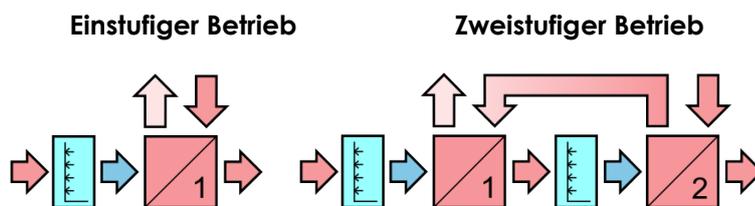
Was so alles an Equipment benötigt wird, um am Klimagerät Kaltwasser zur Verfügung zu haben, ist eigentlich bekannt, wird jedoch immer wieder von planenden Ingenieuren unterschätzt, welche auch argumentieren, dass Kälteenergie infolge des COP des Kaltwassersatzes zirka 4-mal billiger als Elektrizitätsenergie sei.

## Nötiges Equipment

- Sole-Rückkühler
- Kaltwassersatz
- Eisspeicher
- Klimagerät

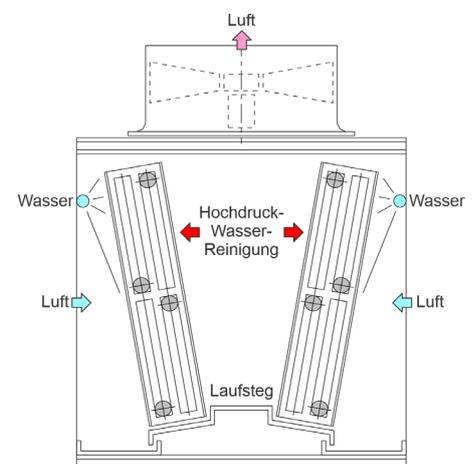


Der zweistufige Betrieb kann die Soletemperaturen tiefer halten. Die Investitionskosten sind höher, die Betriebskosten jedoch tiefer, was sich innerhalb kürzester Zeit amortisiert.



Sole-Rückkühler auf dem Dach haben diverse Nachteile. Im Herbst verstopfen die Wärmetauscher. Diese müssen periodisch entgegen der Luftrichtung, also von innen her, mit Wasserhochdruckgeräten gereinigt werden. Dazu ist eine Revisionstüre auf der Hinterseite des Sole-Luftkühlers und im Innern ein Laufsteg erforderlich. Infolge Einfriergefahr muss eine Sole zum Einsatz kommen. Diese besteht per Standard aus 65% Wasser, 34% Ethylenglykol und 1% Korrosionsschutzinhibitoren. Die Einfriergrenze liegt bei -19°C. Clariant zum Beispiel nennt dieses Produkt **Antifrogen N**, welches biologisch nicht abbaubar und im Lebensmittelbereich verboten ist. Deshalb wird dort ein anderes Gemisch verwendet, bestehend aus 61% Wasser, 38% Propylenglykol und 1% Korrosionsschutzinhibitoren. Die Einfriergrenze liegt bei -19°C. Clariant zum Beispiel nennt dieses Produkt **Antifrogen L**, welches ebenfalls biologisch nicht abbaubar ist...

## Sole-Rückkühler auf dem Dach



Zu Solen auf der Basis von Ethylen- oder Propylenglykol, also zum Beispiel von Clariant die Produkte Antifrogen N oder Antifrogen L, sei noch erwähnt, dass wenn planende Ingenieure diese trotzdem gegen besseres Wissen einsetzen, denen die Umwelt anscheinend nicht nur egal, sondern scheissegal ist. Nun ja, diese Typen sind sowieso irreversibel mit Mikroplastik von Kopf bis Fuss vollgestopft, wodurch auch sie nicht biologisch abbaubar sind.

Da wäre man nun wirklich besser mit **Temper-20** bei einer Einfriergrenze von  $-20^{\circ}\text{C}$  beraten, welches biologisch abbaubar und auch im Lebensmittelbereich eingesetzt werden darf. Kommt noch dazu, dass mit **Temper-20** die lamellierten Wärmetauscher noch kleiner und demzufolge noch kostengünstiger ausfallen.

Doch zurück zur Problematik von Sole-Rückkühlern auf dem Dach, wobei das restliche Equipment, wie Kaltwassersatz, Eisspeicher und Klimagerät, im Technikraum im Keller angeordnet ist. Das bedeutet sehr lange gut isolierte Leitungen vom Keller bis zum Dach durch mehrere Etagen, was zusätzlich auch noch entsprechende Hochdruckpumpen erfordert, **ganz zu schweigen von weiteren hohen Investitions- und Betriebskosten.**

Doch nun endlich wieder zurück zur einzigen absolut vernünftigen vertretbaren Lösung, der Sole-Rückkühlung in einem Klimagerät im Technikraum, wo auch alles andere Equipment angeordnet ist.

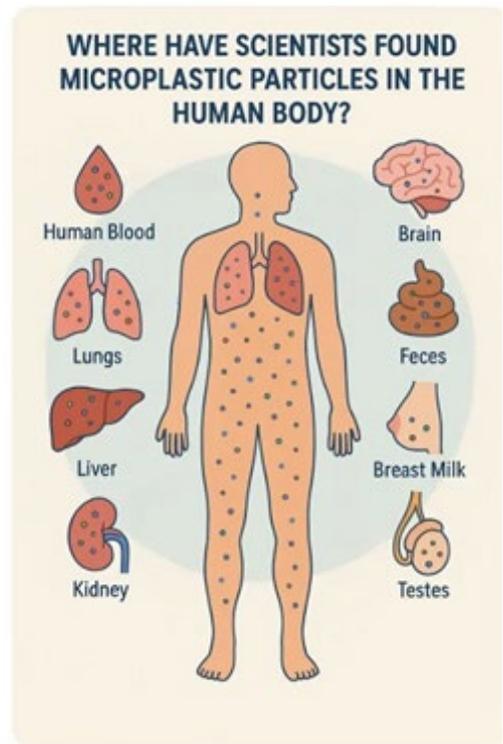
### Zweistufige Sole-Rückkühlung in einem Klimagerät



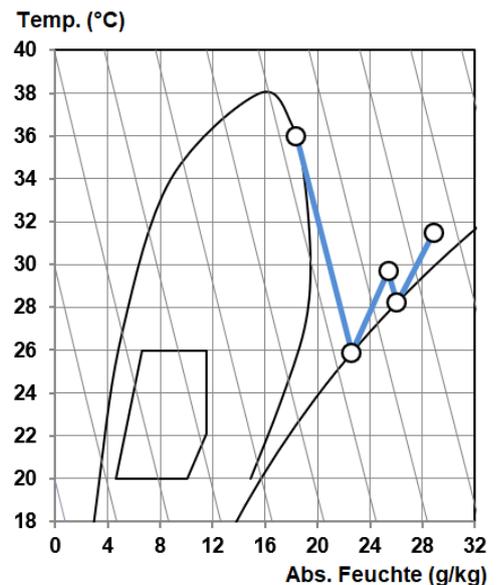
Wir haben Kunden, welche schon seit 25 Jahren diese optimale Lösung mehrfach mit grossem Erfolg installiert und mehrere Jahre betrieben haben. Einer dieser Kunden hat gar auf Solen verzichtet und alles mit Wasser ausgeführt, wodurch die lamellierten Wärmetauscher noch kleiner und noch kostengünstiger ausgeführt werden konnten. Bedingung war lediglich, dass man unter  $0^{\circ}\text{C}$  kein Kaltwasser mehr benötigte und daher den Radialventilator für die Aussenluft von der Stromzufuhr abkoppeln konnte.

Im Bild rechts oben sind in schwarzer Farbe die relative Feuchtigkeit von 100%, der Behaglichkeitsbereich nach DIN 1946 und der meteorologische Bereich für nördlich gelegene europäische Länder ersichtlich. In grauer Farbe sind schräg verlaufende Isenthalpen ersichtlich. In blauer Farbe mit Anfangs- und Endpunkten ist der zweistufige adiabate und hybride Temperatur- und Feuchteverlauf ersichtlich.

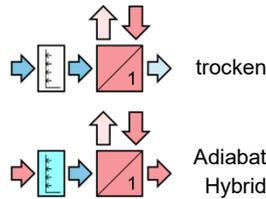
Wer kein Risiko eingehen will, wählt daher Werte bezüglich der maximal auftretenden Enthalpie für die Aussenluft, nicht wie viel zu oft zelebriert, die absolut ungenügenden Werte von  $32^{\circ}\text{C}/40\%$ , sondern Werte von  $36^{\circ}\text{C}/46\%$  und stellt so sicher, dass die Sole-Rückkühler auch im schwülen Hochsommer die geforderte Leistung zu 100% erbringen. Alles Andere ist verabscheuungswürdiges Risk Management.



### Zweistufige Sole-Rückkühlung



Leistung total	kW	500.000
Leistung sensibel	kW	169.440
Leistung latent	kW	330.560
Flächenreserve	%	0.860
Vorhandene Fläche	m2	3455.482
Erforderliche Fläche	m2	3426.007
k-Wert	W/m2K	41.185
Mittl. log. Temp. diff.	K	3.544



Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

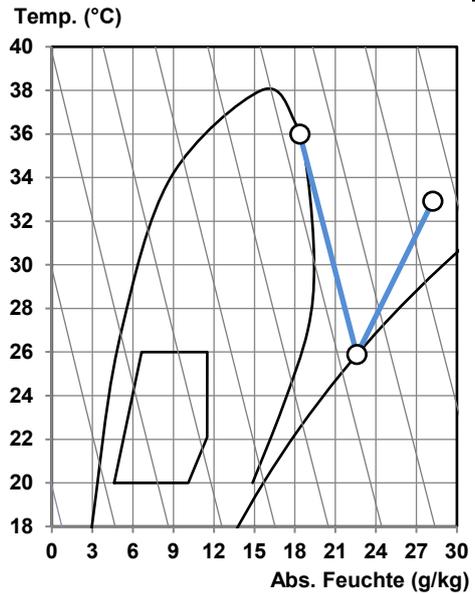
Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 9.8.2025  
Mit freundlichen Grüßen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Feuchte Luft		Eintritt	Austritt	Definition
Verschmutzungsfaktor	m2K/W			5.000E-05
Höhe über Meer	m			540.000
Druck	hPa			949.653
Temperatur ( 36.000 )	°C	25.885	32.919	20.000
Rel. Feuchte ( 46.000 )	%	100.000	82.591	40.000
Abs. Feuchte ( 18.360 )	g/kg	22.597	28.217	6.174
Dichte feucht	kg/m3	1.091	1.063	1.124
Enthalpie feucht	kJ/kg	83.636	105.409	35.793
Volumenstrom feucht	m3/h	77458.892	79971.889	74000.000
Massenstrom trocken	kg/h	82674.265	82674.265	82674.265
Geschwindigkeit	m/s	2.101	2.169	2.007
Druckverlust trocken	Pa		173.622	
Druckverlust nass	Pa		248.136	
Wasser Temp.	°C	15.000		
Verdunstung total	kg/h	814.958		

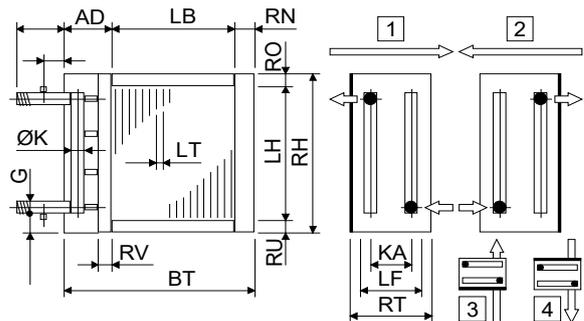
34 V% Et.glykol		Eintritt	Austritt	Definition
Verschmutzungsfaktor	m2K/W			5.000E-05
Temp.	°C	36.000	30.000	33.000
Dichte	kg/m3	1044.351	1047.053	1045.724
Spez. Wärme	kJ/kgK	3.624	3.606	3.615
Wä.leitf.	W/mK	0.453	0.447	0.450
Viskosität	Pas	1.636E-03	1.891E-03	1.756E-03
Volumenstrom	m3/h	79.462	79.257	79.358
Reynolds	---	8985.812	7773.866	8368.177
Geschwindigkeit	m/s	0.902	0.900	0.901
Druckverlust	kPa		38.187	



Technische Daten

Rohre total	Stück	1024
Blindrohre	Stück	0
Int. Entlüft- / Entleerungen	Stück	0/0
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	16
Rohrlagen in der Höhe	Stück	64
Pässe	Stück	8
Stränge (NC)	Stück	128
Inhalt	l	856
Gewicht	kg	1827
Anschlüsse	G	4"
Rahmenhöhe	RH	mm 2640
Rahmenbreite	BT	mm 4268
Rahmentiefe	RT	mm 660
Lamellierte Höhe	LH	mm 2560
Lamellierte Breite	LB	mm 4000
Lamellierte Tiefe	LF	mm 554
Rahmen oben	RO	mm 40
Rahmen unten	RU	mm 40
Rahmen vorne	RV	mm 40
Rahmen hinten (~69mm)	RN	mm 69
Kollektor-Durchmesser	K	mm 108
Kollektorabdeckung	AD	mm 199
Kollektorabstand	KA	mm 520
Lamellenteilung	LT	mm 3.000
Lamellendicke	LD	mm 0.200
Rohrdurchmesser	DA	mm 16.400
Rohrwandstärke	S	mm 0.400
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm 40.000
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm 34.641

Rohre:	Cu
Rohre:	glatt
Rohre:	versetzt
Kollektoren:	1.32 m/s Cu
Anschlüsse:	1.32 m/s Cu
Lamellen:	gerippt AlMg2.5
Rahmen:	2.00 mm V2A
Kreise:	2 Parallel
Schutz:	ohne
Schutz:	---
Luftrichtung:	horizontal



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

Preis netto: EUR 31795.00



Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

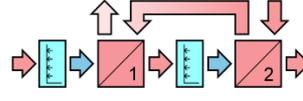
Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 9.8.2025  
Mit freundlichen Grüßen

Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Software by www.zcs.ch

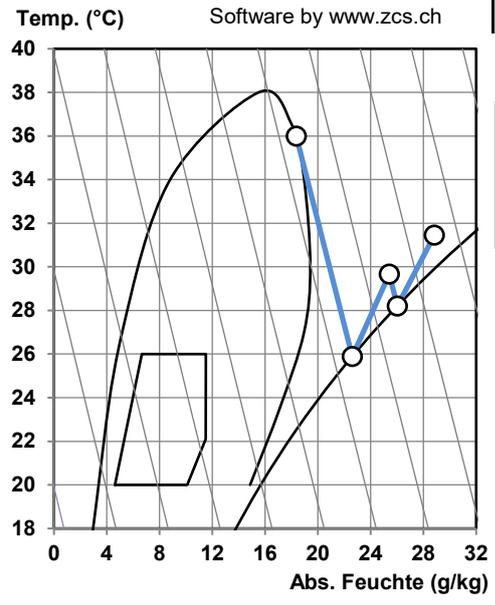
2 Rückkühler in Serieschaltung		Kühler-1	Kühler-2	Total
Leistung total	kW	256.132	243.868	500.000
Leistung sensibel	kW	91.239	78.763	170.003
Leistung latent	kW	164.892	165.105	329.997
Flächenreserve	%	1.111	0.934	1.040
Vorhandene Fläche	m2	1727.741	1152.668	2880.410
Erforderliche Fläche	m2	1708.764	1142.000	2850.764



Feuchte Luft		Definition	
Verschmutzungsfaktor	m2K/W	5.000E-05	
Höhe über Meer	m	540.000	
Druck	hPa	949.653	
Temp.	°C	20.000	
Rel. Feuchte	%	40.000	
Volumenstrom	m3/h	74000.000	

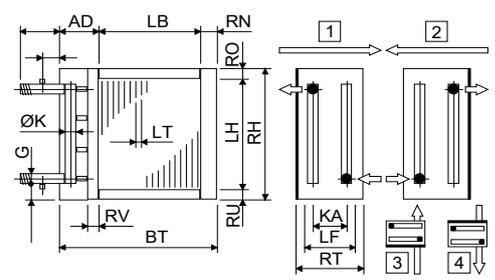
Feuchte Luft		Kühler-1	Kühler-2	Total
Temp. ein	°C	36.000	29.673	Eintritt
Rel. Feuchte ein	%	46.000	89.789	
Abs. Feuchte ein	g/kg	18.360	25.407	
Temp. ein	°C	25.885	28.208	Adiabat
Rel. Feuchte ein	%	100.000	100.000	
Abs. Feuchte ein	g/kg	22.597	26.027	
Temp. aus	°C	29.673	31.458	Austritt
Rel. Feuchte aus	%	89.789	91.561	
Abs. Feuchte aus	g/kg	25.407	28.837	
Geschwindigkeit	m/s	2.119	2.145	---
Druckverlust trocken	Pa	86.663	59.734	146.397
Druckverlust nass	Pa	121.833	86.736	208.569
Wasser Temp.	°C	15.000	15.000	---
Verdunstung total	kg/h	582.643	283.586	866.229

34 V% Et.glykol (0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	36.000	30.000	33.000
Dichte	kg/m3	1044.351	1047.053	1045.724
Spez. Wärme	kJ/kgK	3.624	3.606	3.615
Wä.leitf.	W/mK	0.453	0.447	0.450
Viskosität	Pas	1.636E-03	1.891E-03	1.756E-03
Massenstrom	kg/h	83134.546	83134.546	83134.546
Volumenstrom	m3/h	79.604	79.399	79.500
Reynolds	---	9001.882	7787.769	8383.142
Geschwindigkeit	m/s	0.904	0.901	0.903
Druckverlust	kPa	---	54.837	---



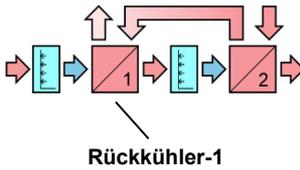
Technische Daten		Kühler-1	Kühler-2	Kühler-1	Kühler-2
Rohre total	Stück	512	384	Rohre:	Cu
Blindrohre	Stück	0	0	Rohre:	glatt
Int. Entlüft- / Entleerungen	Stück	0/0	0/0	Rohre:	versetzt
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	8	6	Kollektoren:	Cu
Rohrlagen in der Höhe	Stück	64	64	Anschlüsse:	Cu
Pässe	Stück	4	4	Lamellen:	AlMg2.5
Stränge (NC)	Stück	128	96	Rahmen:	V2A
Inhalt	l	451	349	Kreise:	2
Gewicht	kg	961	707	Kreise:	Parallel
Anschlüsse	G	---	4"	Schutz:	ohne
Rahmenhöhe	RH	mm	2640	Schutz:	---
Rahmenbreite	BT	mm	4268	Luftrichtung:	horizontal
Rahmentiefe	RT	mm	380		horizontal
Lamellierte Höhe	LH	mm	2560		
Lamellierte Breite	LB	mm	4000		
Lamellierte Tiefe	LF	mm	277		
Rahmen oben	RO	mm	40		
Rahmen unten	RU	mm	40		
Rahmen vorne	RV	mm	40		
Rahmen hinten (~69/69mm)	RN	mm	69		
Kollektor-Durchmesser	K	mm	108		
Kollektorabdeckung	AD	mm	199		
Kollektorabstand	KA	mm	243		
Lamellenteilung	LT	mm	3.000		
Lamellendicke	LD	mm	0.200		
Rohrdurchmesser	DA	mm	16.400		
Rohrwandstärke	S	mm	0.400		
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm	40.000		
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm	34.641		

Technische Daten		Kühler-1	Kühler-2
Rohre:		Cu	Cu
Rohre:		glatt	glatt
Rohre:		versetzt	versetzt
Kollektoren:		Cu	Cu
Anschlüsse:		Cu	Cu
Lamellen:		AlMg2.5	AlMg2.5
Rahmen:		V2A	V2A
Kreise:		2	2
Kreise:		Parallel	Parallel
Schutz:		ohne	ohne
Schutz:		---	---
Luftrichtung:		horizontal	horizontal



Lieferfrist:	5-6 Wochen
Bindefrist:	12 Wochen
Kondit.:	netto, franko Domizil
Zahlung:	30 Tage netto
<b>Kühler-1:</b>	<b>EUR 16938.00</b>
<b>Kühler-2:</b>	<b>EUR 12568.00</b>

Leistung total	kW	256.132
Leistung sensibel	kW	91.239
Leistung latent	kW	164.892
Flächenreserve	%	1.111
Vorhandene Fläche	m2	1727.741
Erforderliche Fläche	m2	1708.764
k-Wert	W/m2K	40.323
Mittl. log. Temp. diff.	K	3.717



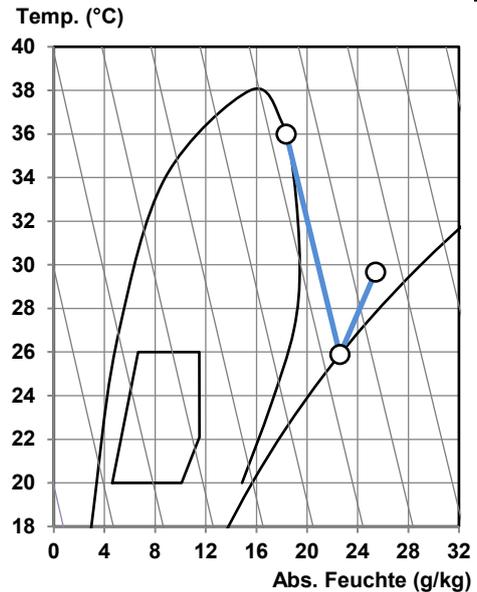
Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 9.8.2025  
Mit freundlichen Grüßen  
Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Feuchte Luft		Eintritt	Austritt	Definition
Verschmutzungsfaktor	m2K/W			5.000E-05
Höhe über Meer	m			540.000
Druck	hPa			949.653
Temperatur ( 36.000 )	°C	25.885	29.673	20.000
Rel. Feuchte ( 46.000 )	%	100.000	89.789	40.000
Abs. Feuchte ( 18.360 )	g/kg	22.597	25.407	6.174
Dichte feucht	kg/m3	1.091	1.076	1.124
Enthalpie feucht	kJ/kg	83.636	94.790	35.793
Volumenstrom feucht	m3/h	77458.892	78781.912	74000.000
Massenstrom trocken	kg/h	82674.265	82674.265	82674.265
Geschwindigkeit	m/s	2.101	2.137	2.007
Druckverlust trocken	Pa		86.663	
Druckverlust nass	Pa		121.833	
Wasser Temp.	°C	15.000		
Verdunstung total	kg/h	582.643		

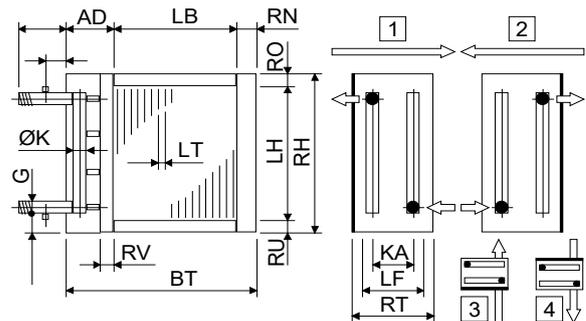
34 V% Et.glykol		Eintritt	Austritt	Definition
Verschmutzungsfaktor	m2K/W			5.000E-05
Temp.	°C	33.077	30.000	31.539
Dichte	kg/m3	1045.689	1047.053	1046.377
Spez. Wärme	kJ/kgK	3.615	3.606	3.611
Wä.leitf.	W/mK	0.450	0.447	0.449
Viskosität	Pas	1.753E-03	1.891E-03	1.820E-03
Massenstrom	kg/h	82986.147	82986.147	82986.147
Volumenstrom	m3/h	79.360	79.257	79.308
Geschwindigkeit	m/s	0.901	0.900	0.900
Druckverlust	kPa		22.205	



**Technische Daten**

Rohre total	Stück	512
Blindrohre	Stück	0
Int. Entlüft- / Entleerungen	Stück	0/0
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	8
Rohrlagen in der Höhe	Stück	64
Pässe	Stück	4
Stränge (NC)	Stück	128
Inhalt	l	451
Gewicht	kg	961
Anschlüsse	G	---
Rahmenhöhe	RH	mm 2640
Rahmenbreite	BT	mm 4268
Rahmentiefe	RT	mm 380
Lamellierte Höhe	LH	mm 2560
Lamellierte Breite	LB	mm 4000
Lamellierte Tiefe	LF	mm 277
Rahmen oben	RO	mm 40
Rahmen unten	RU	mm 40
Rahmen vorne	RV	mm 40
Rahmen hinten (~69mm)	RN	mm 69
Kollektor-Durchmesser	K	mm 108
Kollektorabdeckung	AD	mm 199
Kollektorabstand	KA	mm 243
Lamellenteilung	LT	mm 3.000
Lamellendicke	LD	mm 0.200
Rohrdurchmesser	DA	mm 16.400
Rohrwandstärke	S	mm 0.400
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm 40.000
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm 34.641

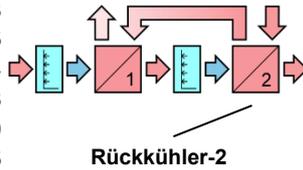
Rohre:		Cu
Rohre:		glatt
Rohre:		versetzt
Kollektoren:	1.32 m/s	Cu
Anschlüsse:	1.32 m/s	Cu
Lamellen:	gerippt	AlMg2.5
Rahmen:	2.00 mm	V2A
Kreise:	2	Parallel
Schutz:		ohne
Schutz:		---
Luftrichtung:		horizontal



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

**Preis netto: EUR 16938.00**

Leistung total	kW	243.868
Leistung sensibel	kW	78.763
Leistung latent	kW	165.105
Flächenreserve	%	0.934
Vorhandene Fläche	m2	1152.668
Erforderliche Fläche	m2	1142.000
k-Wert	W/m2K	45.715
Mittl. log. Temp. diff.	K	4.671



Company  
Branch  
Street  
Country / ZIP / City

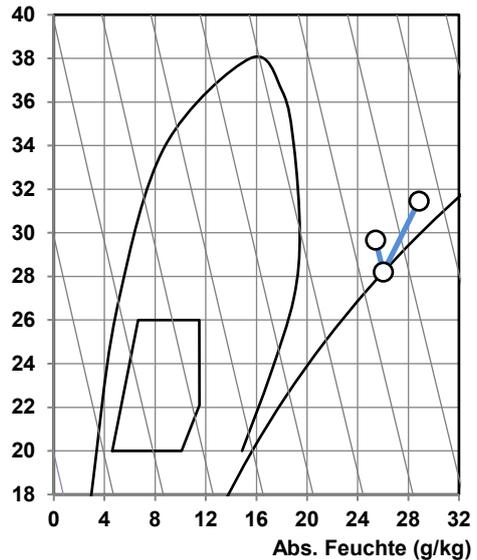
Tel: xxxxxxxxxx  
Fax: xxxxxxxxxx  
E-Mail  
Homepage

City, 9.8.2025  
Mit freundlichen Grüßen  
Representative  
Direct dialing  
xxxxxxxxxx

Feuchte Luft		Eintritt	Austritt	Definition
Verschmutzungsfaktor	m2K/W			5.000E-05
Höhe über Meer	m			540.000
Druck	hPa			949.653
Temperatur ( 29.673 )	°C	28.208	31.458	20.000
Rel. Feuchte ( 89.789 )	%	100.000	91.561	40.000
Abs. Feuchte ( 25.407 )	g/kg	26.027	28.837	6.174
Dichte feucht	kg/m3	1.081	1.068	1.124
Enthalpie feucht	kJ/kg	94.828	105.448	35.793
Volumenstrom feucht	m3/h	78475.963	79666.127	74000.000
Massenstrom trocken	kg/h	82674.265	82674.265	82674.265
Geschwindigkeit	m/s	2.129	2.161	2.007
Druckverlust trocken	Pa		59.734	
Druckverlust nass	Pa		86.736	
Wasser Temp.	°C	15.000		
Verdunstung total	kg/h	283.586		

34 V% Et.glykol		Eintritt	Austritt	Definition
Verschmutzungsfaktor	m2K/W			5.000E-05
Temp.	°C	36.000	33.077	34.539
Dichte	kg/m3	1044.351	1045.689	1045.025
Spez. Wärme	kJ/kgK	3.624	3.615	3.620
Wä.leitf.	W/mK	0.453	0.450	0.451
Viskosität	Pas	1.636E-03	1.753E-03	1.693E-03
Massenstrom	kg/h	82986.147	82986.147	82986.147
Volumenstrom	m3/h	79.462	79.360	79.411
Geschwindigkeit	m/s	1.203	1.201	1.202
Druckverlust	kPa		32.632	

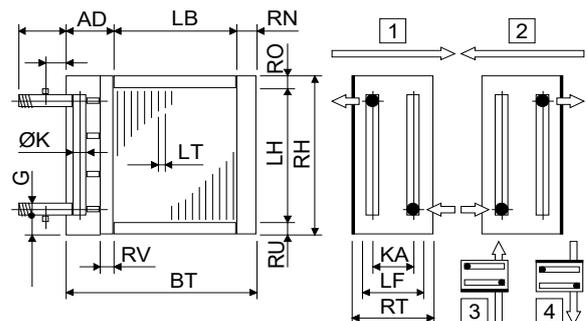
Temp. (°C)



Technische Daten

Rohre total	Stück	384
Blindrohre	Stück	0
Int. Entlüft- / Entleerungen	Stück	0/0
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	6
Rohrlagen in der Höhe	Stück	64
Pässe	Stück	4
Stränge (NC)	Stück	96
Inhalt	l	349
Gewicht	kg	707
Anschlüsse	G	---
Rahmenhöhe	RH	mm 2640
Rahmenbreite	BT	mm 4268
Rahmentiefe	RT	mm 310
Lamellierte Höhe	LH	mm 2560
Lamellierte Breite	LB	mm 4000
Lamellierte Tiefe	LF	mm 208
Rahmen oben	RO	mm 40
Rahmen unten	RU	mm 40
Rahmen vorne	RV	mm 40
Rahmen hinten (~69mm)	RN	mm 69
Kollektor-Durchmesser	K	mm 108
Kollektorabdeckung	AD	mm 199
Kollektorabstand	KA	mm 174
Lamellenteilung	LT	mm 3.400
Lamellendicke	LD	mm 0.200
Rohrdurchmesser	DA	mm 16.400
Rohrwandstärke	S	mm 0.400
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm 40.000
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm 34.641

Rohre:	Cu
Rohre:	glatt
Rohre:	versetzt
Kollektoren:	1.32 m/s Cu
Anschlüsse:	1.32 m/s Cu
Lamellen:	gerippt AlMg2.5
Rahmen:	2.00 mm V2A
Kreise:	2 Parallel
Schutz:	ohne
Schutz:	---
Luftrichtung:	horizontal



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

Preis netto: EUR 12568.00