



Nachtrag

Kühlung feuchter Luft unter 0°C mit Kondensatbildung

In der Software AHH (Air Humid Handling), welche das Mollier-HX-Diagramm und das Carrier-XH-Chart umfasst, wird ausschliesslich das ungesättigte Gebiet behandelt. Es gilt daher folgendes:

Bezeichnung	Formel	Einheit	Beispiel	Beispiel
Molekulargewicht von Wasser	$M_w = 18.015$	kg/kMol	---	---
Molekulargewicht von Luft	$M_l = 28.949$	kg/kMol	---	---
Luftdruck	p_{lf}	Pa	101325.000	101325.000
Temperatur der feuchten Luft	t	°C	20.000	-20.000
Partialdruck von Wasserdampf	p_d	Pa	2340.000	103.450
Wärmekapazität der Luft	cp_l	J/kgK	1006.450	1006.000
Absolute Feuchte der Luft	x	kg/kg	0.004000	0.000626
Maximale absolute Feuchte der Luft	$x_s = \frac{M_w \cdot p_d}{M_l \cdot p_{lf} - p_d}$	kg/kg	0.014711	0.000626
Verdampfungswärme von Wasser	$r_{o(0^\circ C)} = 2500500.000$	J/kg	---	---
Wärmekapazität von Wasser	cp_d	J/kgK	1841.400	1832.500
Enthalpie der feuchten Luft	$h_{lf} = cp_l t + x(r_o + cp_d t)$	J/kg	30278.312	-18577.630
Massenstrom der trockenen Luft	\dot{M}_{lt}	kg/s	1.000	
Leistung mit feuchter Luft	$\dot{Q} = \dot{M}_{lt} \Delta h_{lf}$	W	48855.942	

In der Software zur Berechnung von Luftkühlern, wo der Austritt unter 0°C ist und sich Kondensat bildet, wird die Frostleistung bestimmt und muss im Sinne der Gesamtkühlleistung dazu addiert werden.

Erstarrungswärme von Wasser	$s_{o(0^\circ C)} = 333100.000$	J/kg	---
Maximal einfrierende Wassermenge	$\Delta x_{max} = x_{ein} - x_{aus}$	kg/kg	0.003374
Maximale Frostleistung	$\dot{Q} = \dot{M}_{lt} \Delta x_{max} s_o$	W	1123.879

Effektive Frostleistung

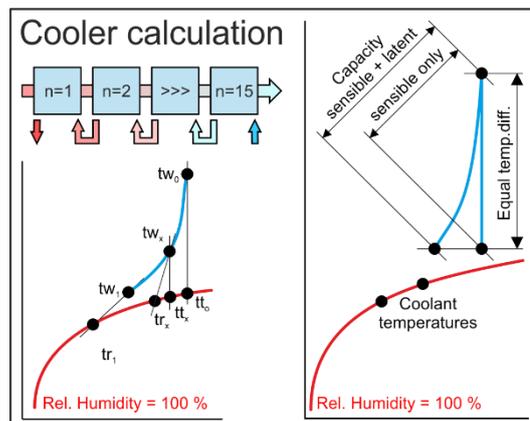
Die effektive Frostleistung kann jedoch kleiner als die maximale Frostleistung sein, sofern nicht alles Kondensat im Kühler einfriert.

Das ist der Grund, warum der Kühlprozess in 15 Teilschritten in Luftrichtung bezüglich der Kühlerbautiefe berechnet und wird.

In jedem Teilschritt wird die Kühleroberflächentemperatur bestimmt.

Sofern diese Temperatur oberhalb 0°C ist und Kondensat anfällt, friert dieses nicht ein.

Sofern diese Temperatur unterhalb 0°C ist und Kondensat anfällt, friert dieses ein.



Auf der nächsten Seite ist eine Berechnung des lamellierten Wärmetauschers, welcher mit der Excel basierenden Applikation erstellt wurde.



Leistung	kW	49.979	----- sensibel:	40.295
Flächenreserve	%	0.660	latent:	8.560
Vorhandene Fläche	m2	259.923	frost:	1.124
Erforderliche Fläche	m2	258.219		
k-Wert	W/m2K	8.333		
Mittl. log. Temp. diff. (94.18 %)	K	23.227		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 16.6.2022
Mit freundlichen Grüßen

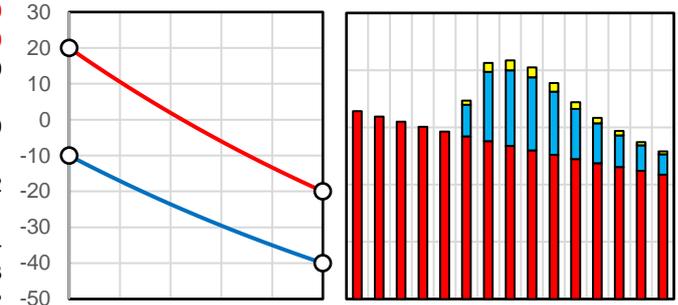
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

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	20.000	-20.000	20.000
Rel. Feuchte	%	27.740	100.000	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	4.000	0.626	5.784
Dichte feucht	kg/m3	1.201	1.394	1.200
Enthalpie feucht	kJ/kg	30.277	-18.578	34.805
Volumenstrom feucht	m3/h	3009.582	2584.941	3018.157
Massenstrom trocken	kg/h	3600.000	3600.000	3600.000
Kondensatmenge	kg/h		12.145	
Oberflächentemperatur	°C	13.887	-24.075	
Geschwindigkeit	m/s	0.774	0.665	0.776
Pressure drop (dry 42 Pa)	Pa		44.910	

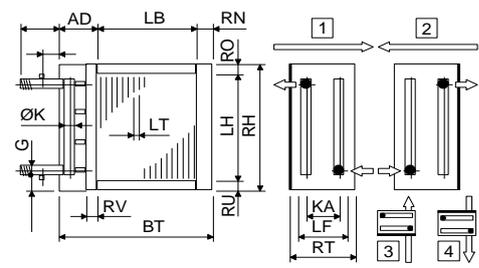
Temper -40 (ff = 0.00005 m2K/W)		
Temp. Eintritt	°C	-40.000
Temp. Austritt	°C	-10.000
Temp. Auswahl	°C	-29.050
Dichte	kg/m3	1224.491
Spez. Wärme	kJ/kgK	2.879
Wä.leitf.	W/mK	0.411
Viskosität	Pas	2.242E-02
Volumenstrom	m3/h	1.701
Geschwindigkeit	m/s	0.314
Reynolds	---	250.123
Druckverlust (T/C = 7.419)	kPa	48.182

Temp. (°C)



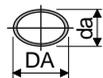
Technische Daten Froststärke 1.34 mm - Abtaintervall 12.00 h - Abtauzeit 0.62 h - Verfügbarkeit 94.80 %

Rohre total	Stück	288	Rohre:	glatt	Cu
Blindrohre	Stück	0	Rohre:	fluchtend	
Int.Entlü./Entle.	Stück	0	Rohre:	kreisförmig	
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	16	Kollektoren:	0.96 m/s	Cu
Rohrlagen in der Höhe	Stück	18	Anschlüsse:	0.96 m/s	Rg7
Pässe	Stück	32	Lamellen:	glatt	Al
Stränge (NC)	Stück	9	Rahmen:	2.0 mm	V2A
Inhalt	l	66	Kreise:	1	Standard
Gewicht	kg	212	Schutz:		ohne
Anschlüsse	G	---	Schutz:		---
Rahmenhöhe	RH	mm	Luftrichtung:		horizontal
Rahmenbreite	BT	mm			
Rahmentiefe	RT	mm			
Lamellierte Höhe	LH	mm			
Lamellierte Breite	LB	mm			
Lamellierte Tiefe	LF	mm			
Rahmen oben	RO	mm			
Rahmen unten	RU	mm			
Rahmen vorne	RV	mm			
Rahmen hinten (~65mm)	RN	mm			
Kollektor-Durchmesser	K	mm			
Kollektorabdeckung	AD	mm			
Kollektorabstand	KA	mm			
Lamellenteilung	LT	mm			
Lamellendicke	LD	mm			
Rohrdurchmesser	DA	mm			
Rohrdurchmesser	da	mm			
Rohrwandstärke	S	mm			
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm			
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm			

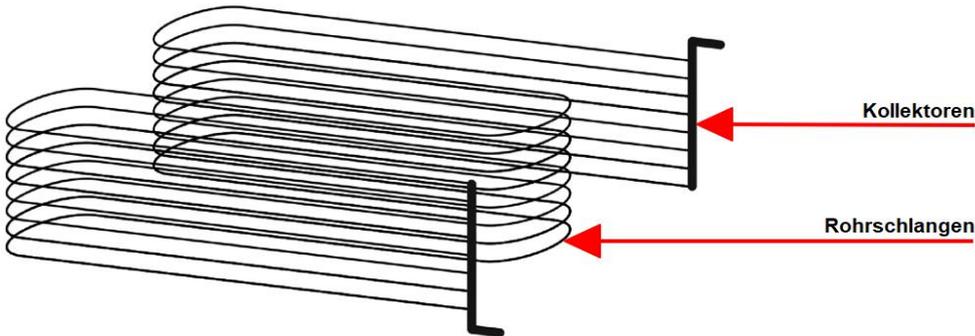


EI. Heizstäbe: 27 x ø 8.4 x 1300 mm à 800 W
Froststärke: 1.338 mm
Lamellenteilung: 2x12.0+14x6.0 mm

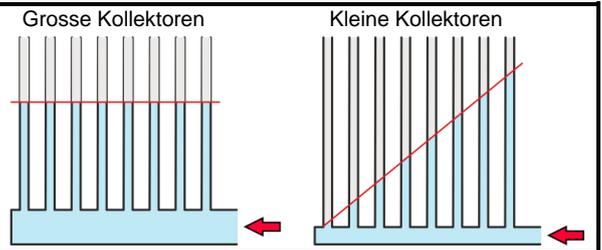
Lieferfrist: 5-6 Wochen
 Bindefrist: 12 Wochen
 Kondit.: netto, franko Domizil
 Zahlung: 30 Tage netto
Preis netto: Mit EI.-Abtau. EUR 4713.00



Beim optimalen Druckverlustverhältnis Wärmetauscher-Rohre (WTR) zu Kollektoren (KOL) geht es darum, dass alle Wärmetauscher-Rohrschlangen gleich viel Flüssigkeit erhalten. Nur so erreicht man ein Optimum bezüglich der Leistungsfähigkeit des Wärmetauschers. Das bedingt, dass der Druckverlust in den WTR höher sein muss als in den KOL. Es geht also um das Druckverhältnis (WTR/KOL), welches den **Quotienten von 5 übertreffen** sollte. Wer sich also unbedingt Sorgen bezüglich einer optimalen Flüssigkeitsverteilung machen will, wende sich den Luftheizern und Luftkühlern mit zu kleinen Kollektor-Durchmessern zu, aber sicher nicht den Wärmetauschern für die Wärmerückgewinnung, also KV-Systeme, wo Druckverluste von 2 bar pro Wärmetauscher als Standard gelten und deshalb das Druckverhältnis (WTR/KOL) den **Quotienten von 20 bei weitem übertrifft!**



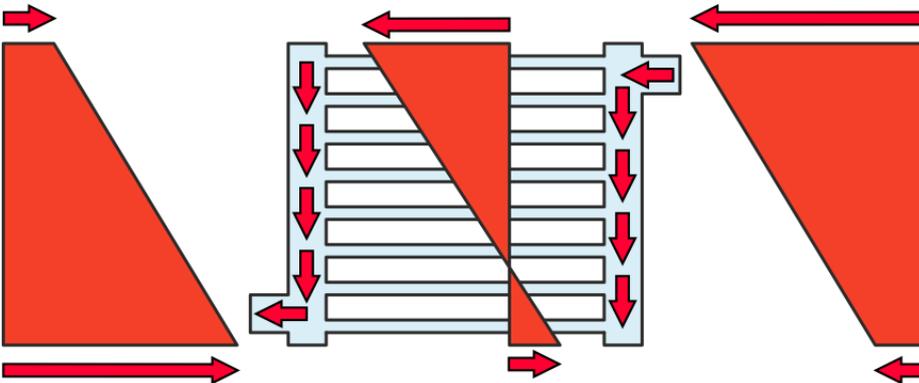
Weiter oben haben wir darauf hingewiesen, dass der Druckverlust in den Wärmetauscher-Rohren gross und in den Kollektoren klein sein muss, sodass alle Wärmetauscher-Rohrschlangen gleich viel Flüssigkeit erhalten und man nur auf diese Weise ein Optimum bezüglich der Leistungsfähigkeit des Wärmetauschers erzielen kann. **Die alten Römer wussten das auch schon, nannten das kommunizierenden Effekt und nutzten dieses Prinzip bei Druckleitungen.** Dieses fundamentale Basiswissen muss bei einigen Produzenten von lamellierten Wärmetauschern, wie vieles andere leider auch, und zudem höchstwahrscheinlich nur aus preislichen Gründen, unter den Teppich gekehrt worden sein.



Ausführliche **Labormessungen an einer Schweizer Hochschule** haben gezeigt, was sich einstellt, wenn zu kleine Durchmesser an den Kollektoren vorliegen. Dabei ist das Druckprofil in den Kollektoren von ausschlaggebender Bedeutung bezüglich der Geschwindigkeitsverteilung in den Wärmetauscher-Rohren.

Oberstes Wärmetauscher-Rohr: Eintrittsdruck gross, Austrittsdruck klein, grosse Geschwindigkeit in Richtung Austritt
Unteres Wärmetauscher-Rohr: Eintrittsdruck klein, Austrittsdruck gross, **kleine Geschwindigkeit in Gegenrichtung im Extremfall**

Druck im Austrittskollektor Geschwindigkeit in den Wärmetauscher-Rohren Druck am Eintrittskollektor

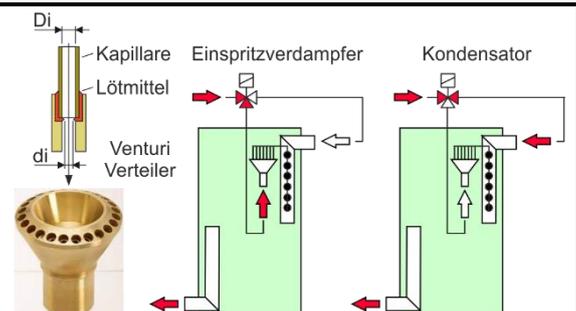


Dies stellt das **suboptimale Vorgehen von sogenannten Ingenieuren** dar, um Leistungsmankos zu erzeugen und wird vor allem in Klimageräten mit eingebauten Luftkühlern mit kleiner Temperaturdifferenz wie 6/12°C und dadurch sehr grossen Kühlmedium-Mengen praktiziert. Weil einerseits die Einbauabmessungen und andererseits die maximal zulässigen Luftgeschwindigkeiten vorgegeben sind, werden viel zu oft viel zu kleine Kollektoren gewählt. Deshalb ist es von zentraler Bedeutung, **das Druckverhältnis (WTR/KOL) > 5 einzuhalten**, was ja nur möglich ist, wenn die Software beide Druckverluste getrennt berechnet und auch ausweist.

Eine ganz **andere Art der gleichmässigen Verteilung** des Kältemittelgemisches aus Flüssigkeit und Gas ist bei Einspritzverdampfern nötig weil dort **der Druckverlust in den Rohrschlangen sehr klein sein muss.**

Man verwendet deshalb Venturi-Verteiler und Kapillaren, welche einen sehr hohen **Druckverlust von mehreren bar erzeugen** und zusammen mit dem Drosselventil den Druckunterschied zwischen Kondensator und Einspritzverdampfer zu überwinden haben.

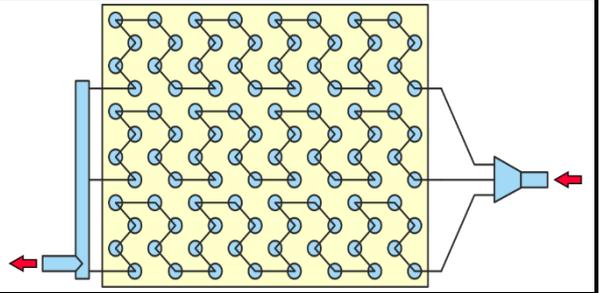
Das funktioniert jedoch nur korrekt **bei senkrechter Anordnung** des Venturi-Verteilers und der Zuführung des Kältemittels von unten nach oben. Im Weiteren müssen Umlenkungen vor dem Venturi-Verteiler einen entsprechend **grossen Abstand aufweisen.**



Sollte jemand auf die stupide Idee kommen, dieses Venturi-Prinzip bei Wärmetauschern anstelle eines Kollektors anzuwenden, so würde der Druckverlust am Eintritt erhöht, was eine **schlechtere Verteilung der Flüssigkeit** auf die einzelnen Rohrschlangen zur Folge hätte. Im Weiteren könnte man diese Verschaltung **weder entleeren noch entlüften**.

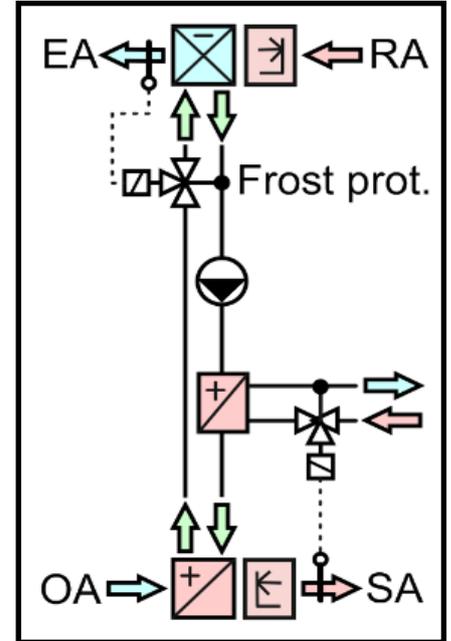
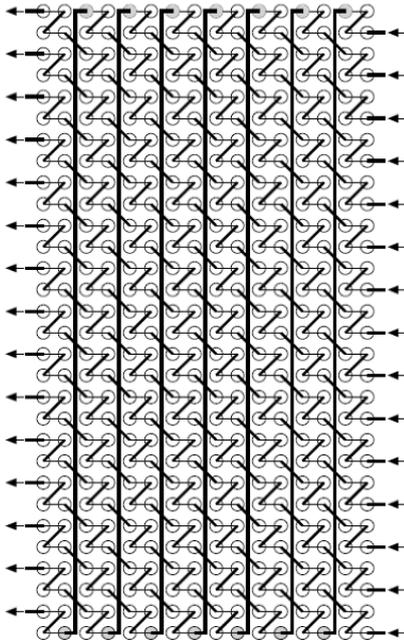
Viele Hersteller von Wärmetauschern haben unsere Software mit Messungen beim TUEV verglichen lassen und die Baumusterprüfung erhalten, **was beweist, dass unsere Software korrekte Ergebnisse liefert**.

Es gibt jedoch Firmen, welche **jedes Angebot mit einem Stempel vom TUEV schmücken**, obwohl sie keine Baumusterprüfung vorweisen können. Man hat lediglich beim TUEV die Prüfung nach ISO 9001 absolviert.



Interne hydraulische Verschaltung mit einem Höchstanteil an Gegenstrom, erfunden im Jahr 1985 von Dipl.-Ing. Marin Zeller FH, VDI, Inhaber von ZCS, siehe Software CCSX.

KV-System CCSD, das mit der Einspeisung die erforderliche Zulufttemperatur erreicht.



Das heisst jedoch noch lange nicht, dass wir auch nur ansatzweise behaupten würden, damit einen Wärmerückgewinnungswirkungsgrad von 100 % zu erreichen. Solchen Schwachsinn überlassen wir **sogenannten Ingenieuren**, welche über integrierte Wärmepumpen genau solch ungeheure Behauptungen veröffentlichen, und schlimmer noch, **dafür auch noch saudumme Käufer finden!**

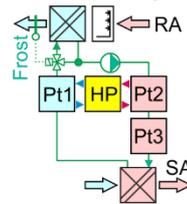
In Anlehnung an den SFP (Specific Fan Power) haben wir den Begriff **SRP (Specific Recovery Power)** kreiert, welcher aussagt, wieviel Leistung, gemessen an der Luftmenge ein Wärmerückgewinnungssystem im Winter, Sommer und nach DIN EN 308 benötigt. Als Einheit gilt dabei $W/(m^3/s)$.

Normale Systeme, wie CCS-B, -D, -F, -J, -K, -M: **SRP ~ 300 $W/(m^3/s)$**

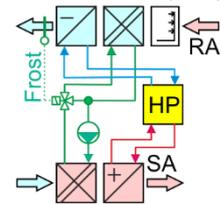
Dies sagt genügend über den Nonsens aus, welche die Systeme CCSE oder CCSN mit einem Leistungsbedarf von **7 bis 11 x höher** verursachen.

Zusätzlich ist zu beachten, **dass im Winter die Abluft einfriert**, würde man die Wärmepumpe nicht abschalten.

System CCSE
SRP > 2'000 $W/(m^3/s)$



System CCSN
SRP > 3'000 $W/(m^3/s)$



Ein optimales KV-System muss also pro Wärmetauscher 2 bar Druckverlust aufweisen, um eine maximale Leistung zu bekommen. Dazu kommt noch die Hydraulik mit weiteren 2 bar Druckverlust. Total steht also ein Druckverlust von 6 bar zur Debatte, was kein Problem bei der richtigen Wahl der Pumpe ist. Trotzdem wählen viel zu viele **sogenannte Ingenieure** Kreiselpumpen mit einer nichtlinearen Charakteristik. **Kenner der Materie** wählen Zahnradpumpen von www.maag.com mit einer absolut linearen Charakteristik. Das heisst zum Beispiel, dass bei einer reduzierten Drehzahl auf 50 % die Durchflussmenge genau 50 % beträgt, die Regulierung also denkbar einfach ist.

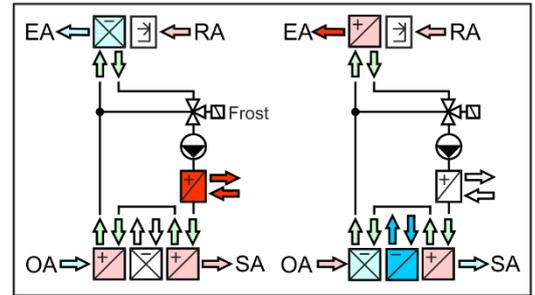
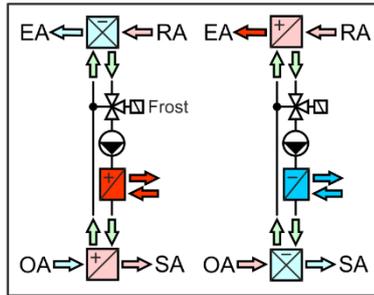
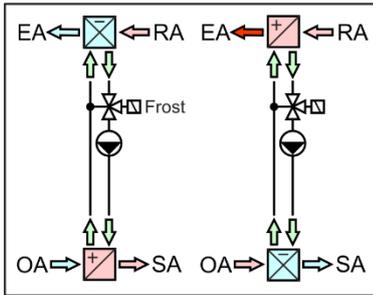


Wir möchten Ihnen als Leser noch einen Hinweis zu www.unilab.eu liefern, wo geschrieben steht: *Unilab ist ein zu 100 % in italienischem Besitz befindliches unabhängiges Softwarehaus und bietet seinen Kunden seit über 30 Jahren hochwertige Wärmeübertragungssoftware. Unsere Lösungen sind das Ergebnis technischer und wissenschaftlicher Erfahrung sowie umfassendem IT-Wissen, immer an der Spitze der Innovation! Wir sind das einzige Softwarehaus mit einer hauseigenen Abteilung für Wärmetechnik, die es uns ermöglicht, dieselbe Sprache zu sprechen, wie diejenige in Ihrer technischen Abteilung. Unsere Lösungen werden von über 400 Kunden in mehr als 65 Ländern eingesetzt!* Man nimmt es bei Unilab nicht so genau, **sind wir doch schon seit 1987 als neutrales Softwarehaus im genau gleichen Markt mit momentan 7'500 Lizenzen tätig** und der Inhaber beschäftigt sich seit 1970 ausschliesslich mit der Thermodynamik für Wärmetauscher und der Entwicklung von Software. Ein vorangehendes Studium an einer führenden Schweizer Fachhochschule wurde mit einer Diplom-Labor-Arbeit an einer Ammoniak-Kältemaschine mit Bestnote abgeschlossen. **Mehrere unserer Kunden waren mit Unilab nach kurzer Zeit unzufrieden und haben nachträglich unsere Software erworben.** Die Berechnung von Einspritzverdampfern soll problematisch sein. Bezüglich Wärmerückgewinnung soll nur ein Minimum angeboten werden. Der Markt benötigt jedoch gerade diesbezüglich eine Vielfalt von unterschiedlichen Systemen.

Marktanteil sinkt kontinuierlich
System **CCSB** für Winter und Sommer

Marktanteil steigt kontinuierlich
System **CCSD** für Winter und Sommer

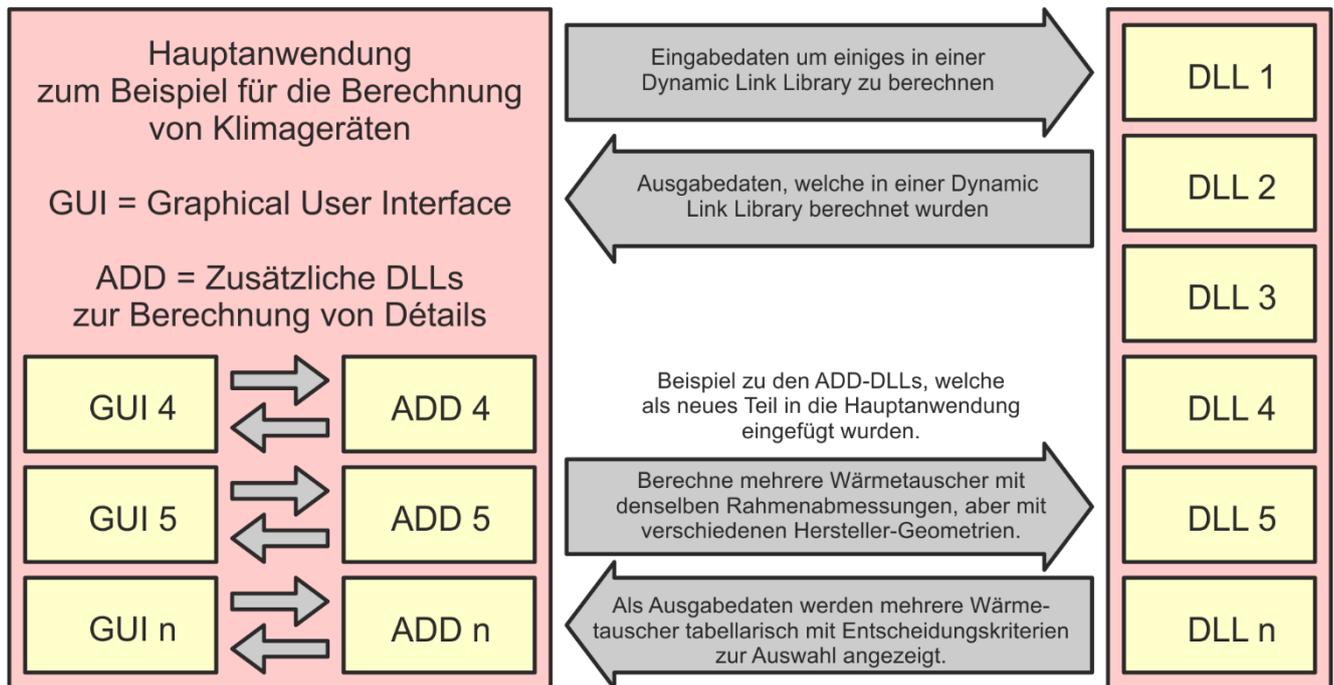
Für hohe Entfeuchtung der Zuluft im Sommer
System **CCSF** für Winter und Sommer



Nun stellt sich nur noch die Frage, warum wir **alle Wärmerückgewinnungssysteme in Excel und nicht in Hochsprache** anbieten. Als Hauptgrund möchten wir aufführen, dass die Bedienerfreundlichkeit dieser extrem komplexen Programme im Vordergrund stand, was nur in Excel zu bewerkstelligen war. Unsere Kunden für diese Excel basierenden Applikationen teilen sich in zwei Gruppen auf.

Bei **Produzenten lamellierter Wärmetauscher** arbeiten mehrere Mitarbeiter täglich während mehrerer Stunden mit diesen Excel basierenden Applikationen, um Angebote an ihrer Kunden zu erstellen, welche mehrheitlich Produzenten von Klimageräten sind. Die Mehrzahl dieser Kundengruppe hat die ungeschützten Excel basierenden Applikationen erworben, um individuelle Anpassungen und Erweiterungen realisieren zu können. Wir bieten dazu Hand in Form einer zu unterzeichnenden **Vereinbarung**.

Bei **Produzenten von Klimageräten** sieht die Sache anders aus. Entweder lassen sie sich von mehreren Produzenten von lamellierten Wärmetauschern diese Wärmerückgewinnungssysteme offerieren, was Zeit beansprucht und Unsicherheiten nach sich ziehen kann, insbesondere bei kleinsten Änderungen, oder sie legen diese Wärmerückgewinnungssysteme selber mit unseren ungeschützten Excel basierenden Applikationen aus, um auf Nummer sicher zu gehen. In Ihren Hauptanwendungsprogrammen zur Berechnung von Klimageräten, in sogenannten **Konfiguratoren**, haben sie **von uns zwei DLLs, eines für den Lufterhitzer und eines für den Luftkühler**, da ja alle unsere Wärmerückgewinnungssysteme nur aus diesen zwei Komponenten bestehen. Dort können auf einfachste Weise diese Komponenten eingegeben werden, um anschließend mehrere Hersteller-Geometrien mit denselben Rahmenabmessungen automatisch zu berechnen und auf Grund diverser Entscheidungskriterien **eine Auswahl treffen** zu können. Dabei sind die Hersteller-Geometrien ein integraler Bestandteil unserer beiden DLLs und können frei gewählt werden.



Es gibt kostenlose Software, bei der man häufig feststellen muss, dass wenn etwas nichts kostet, dies auch nicht viel Wert ist. Es gibt Software, die nur die Hälfte kostet, wo man sagen muss, dass diese Software vielleicht nur die Hälfte der Möglichkeiten bietet. Es gibt unsere Software, die von mehr als 5'000 Ingenieuren weltweit verwendet wird. Es kann zwischen Einzellizenzen und Netzwerklicenzen ausgewählt werden. Der Preis für Netzwerklicenzen hängt davon ab, wie viele Benutzer die Software gleichzeitig an einem Arbeitsplatz im gesamten Netzwerk verwenden möchten.



Achtung bezüglich dubiosen Anbietern von Kreislauf-Verbund-Systemen

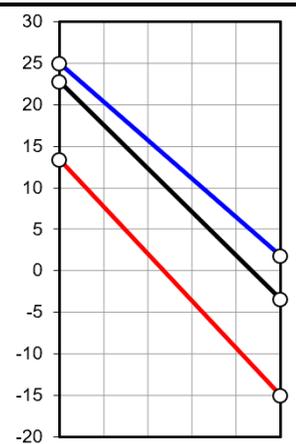
Regelmässig erhalten wir Unterlagen von Firmen, welche nicht glauben wollen, was für einen Bullshit man ihnen diesbezüglich angeboten hat, obwohl auf deren Homepage zu lesen sei, **man sei Spezialist für Wärmerückgewinnung**. Da diese verarschten Firmen wissen, dass wir davon etwas verstehen, hätten sie dazu gerne unsere Einschätzung. Da wir keine rechtlichen Probleme bekommen möchten, nennen wir keine Namen, sondern lediglich jederzeit belegbare Fakten.

Gefordert wurde auf Meereshöhe:

Temperaturwirkungsgrad 71%
 Zuluft 28680 m³/h von -15°C / 90%
 Abluft 25230 m³/h von 25°C / 40%

Angeboten wurde:

Zuluft Erwärmung auf 13.3°C bei 126 Pa Druckverlust
 Abluft Abkühlung auf 2.5°C / 97% bei 121 Pa Druckverlust
 30% Ethylenglykol -3.4 / 22.8°C, 9.54 m³/h, 101 kPa Druckverlust pro Wärmetauscher
 Je 9 Rohrreihen in der Tiefe und 54 Rohrlagen in der Höhe, 24 Kreise
 Versetzte Kupferrohre von 12.4x0.35 mm, Teilung 32 / 27.713 mm
 Aluminium-Lamellen von 0.15 mm, Zuluft Teilung 2.0 mm, Abluft Teilung 2.6 mm
 Lamellierte Höhe 1728 mm
 Lamellierte Breite 2000 mm
 Rahmen verzinkt 2 mm
 Leistung 272.8 kW
 Zuluft-Wärmetauscher: 365 kg, EUR 4'400.-
 Abluft-Wärmetauscher: 323 kg, EUR 4'100.-



Dass da etwas **grundlegend faul** sein muss, ist schon aus dem Temperatur-Diagramm ersichtlich, ist doch das Ethylenglykol viel zu nah am Abluftkühler, welcher zudem auch noch weniger Fläche aufweist. Eine Nachrechnung zeigt auf, dass der Zuluft-Erhitzer 5 % Flächenreserve und **der Abluft-Kühler ein Flächenmanko von 99% aufweist**, siehe Seite 7. **Effektiv wird nur ein Temperaturwirkungsgrad von 56.3% und eine Leistung von 215.7 kW erreicht, was diesen ungeheuren Bullshit beweist**, siehe Seite 8. Tatsächlich wären mit je 18 Rohrreihen in der Tiefe **doppelt so grosse Wärmetauscher nötig**, weshalb wir diesen Fall zur Begutachtung erhielten, siehe Seite 9.

KV-System im Winter		SA-He	RA-Co	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Wirk. grad	%	71.000	57.959	
Leistung sensibel	kW	271.986	196.609	
Leistung latent	kW	---	75.376	
Leistung frost	kW	---	0.000	
Leistung total	kW	271.986	271.986	
Flächenreserve	%	5.208	-99.938	
Vorhandene Fläche	m2	788.172	615.025	



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx

Fax: xxxxxxxxxx

E-Mail

Homepage

City, 1.2.2022

Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant

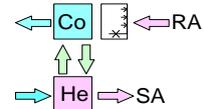
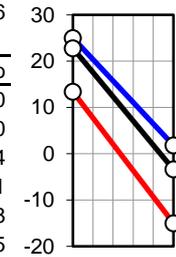
Object

Position

SA-He (ff = 0 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	-15.000	13.400	20.000
Rel. Feuchte	%	90.000	9.585	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	0.905	0.905	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	25059.731	27816.535	28680.000
Geschwindigkeit	m/s	2.014	2.236	2.305
Druckverlust	Pa		120.152	

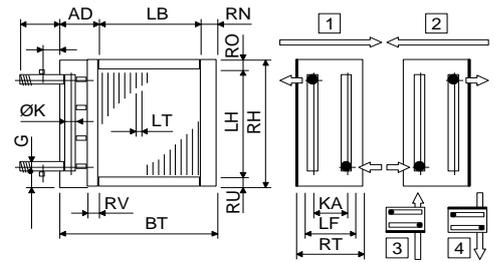
RA-Co (ff = 0 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	25.000	1.816	20.000
Rel. Feuchte	%	40.000	100.000	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	7.857	4.316	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	25745.004	23609.768	25230.000
Geschwindigkeit	m/s	2.069	1.898	2.028
Druckverlust	Pa		97.396	

30 V% Et.glykol (ff = 0 / 0 m2K/W)		SA-He	RA-Co	
Temp.	ein °C	22.800	-3.400	
Temp.	aus °C	-3.400	22.800	
Volumenstrom	m3/h	9.854	9.854	
Geschwindigkeit	m/s	1.061	1.061	
Reynolds	---	4361.780	4338.838	
Druckverlust	kPa	113.642	113.795	



Software by www.zcs.ch

Technische Daten		SA-He	RA-Co	SA-He	RA-Co
Rohre total	Stück	486	486	Rohre: Cu	Cu
Blindrohre	Stück	6	6	Rohre: glatt	glatt
Int.Entlü./Entle.	Stück	0	0	Rohre: versetzt	versetzt
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	9	9	Rohre: kreisförmig	kreisförmig
Rohrlagen in der Höhe	Stück	54	54	Kollektoren: Cu	Cu
Pässe	Stück	20	20	Kollektoren: 2.29 m/s	2.29 m/s
Stränge (NC)	Stück	24	24	Anschlüsse: Rg7	Rg7
Inhalt	l	113	113	Anschlüsse: 2.29 m/s	2.29 m/s
Gewicht	kg	321	287	Lamellen: Al	Al
Anschlüsse	G	1 1/2"	1 1/2"	Lamellen: gerippt	gerippt
Rahmenhöhe	RH	1780	1780	Rahmen: FeZn	FeZn
Rahmenbreite	BT	2148	2148	Luftrichtung: vertikal	vertikal
Rahmentiefe	RT	290	290	Schutz: ohne	ohne
Lamellierte Höhe	LH	1728	1728	Schutz: ---	---
Lamellierte Breite	LB	2000	2000		
Lamellierte Tiefe	LF	249	249		
Rahmen oben	RO	26	26		
Rahmen unten	RU	26	26		
Rahmen vorne	RV	35	35		
Rahmen hinten (~40/40mm)	RN	35	35		
Kollektor-Durchmesser	K	42	42		
Kollektorabdeckung	AD	113	113		
Kollektorabstand	KA	222	222		
Lamellenteilung	LT	2.000	2.600		
Lamellendicke	LD	0.150	0.150		
Rohrdurchmesser	DA	12.400	12.400		
Rohrdurchmesser	da	12.400	12.400		
Rohrwandstärke	S	0.350	0.350		
Rohrteilung in der Höhe	S1	32.000	32.000		
Rohrteilung in der Tiefe	S2	27.713	27.713		
SA-He:	32/28/12-9R-54T-2000A-2.0PA-24C-Cu/Al/FeZn			SA-He:	EUR 4651.00
RA-Co:	32/28/12-9R-54T-2000A-2.6PA-24C-Cu/Al/FeZn			RA-Co:	EUR 4318.00



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

KV-System im Winter		SA-He	RA-Co	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Wirk. grad	%	56.300	48.496	
Leistung sensibel	kW	215.659	164.863	
Leistung latent	kW	---	50.796	
Leistung frost	kW	---	0.000	
Leistung total	kW	215.659	215.659	
Flächenreserve	%	0.466	0.599	
Vorhandene Fläche	m2	788.172	615.025	



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx

Fax: xxxxxxxxxx

E-Mail

Homepage

City, 1.2.2022

Mit freundlichen Grüßen

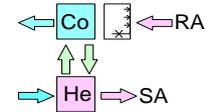
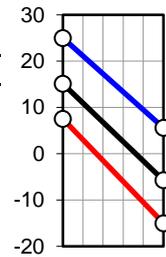
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

SA-He (ff = 0 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	-15.000	7.520	20.000
Rel. Feuchte	%	90.000	14.174	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	0.905	0.905	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	25059.731	27245.760	28680.000
Geschwindigkeit	m/s	2.014	2.190	2.305
Druckverlust	Pa		118.692	

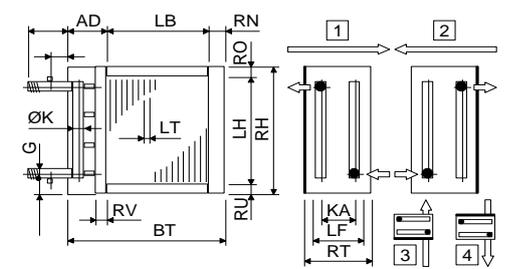
RA-Co (ff = 0 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	25.000	5.602	20.000
Rel. Feuchte	%	40.000	96.993	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	7.857	5.471	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	25745.004	23978.888	25230.000
Geschwindigkeit	m/s	2.069	1.927	2.028
Druckverlust nass	Pa		93.313	

30 V% Et.glykol (ff = 0 / 0 m2K/W)		SA-He	RA-Co	
Temp.	ein °C	15.110	-5.730	
Temp.	aus °C	-5.730	15.110	
Volumenstrom	m3/h	9.847	9.852	
Geschwindigkeit	m/s	1.060	1.061	
Reynolds	---	3701.440	3564.727	
Druckverlust	kPa	117.795	118.958	



Software by www.zcs.ch

Technische Daten		SA-He	RA-Co	SA-He	RA-Co
Rohre total	Stück	486	486	Rohre: Cu	Cu
Blindrohre	Stück	6	6	Rohre: glatt	glatt
Int.Entlü./Entle.	Stück	0	0	Rohre: versetzt	versetzt
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	9	9	Rohre: kreisförmig	kreisförmig
Rohrlagen in der Höhe	Stück	54	54	Kollektoren: Cu	Cu
Pässe	Stück	20	20	Kollektoren: 2.29 m/s	2.29 m/s
Stränge (NC)	Stück	24	24	Anschlüsse: Rg7	Rg7
Inhalt	l	113	113	Anschlüsse: 2.29 m/s	2.29 m/s
Gewicht	kg	321	287	Lamellen: Al	Al
Anschlüsse	G	1 1/2"	1 1/2"	Lamellen: gerippt	gerippt
Rahmenhöhe	RH	1780	1780	Rahmen: FeZn	FeZn
Rahmenbreite	BT	2148	2148	Luftrichtung: vertikal	vertikal
Rahmentiefe	RT	290	290	Schutz: ohne	ohne
Lamellierte Höhe	LH	1728	1728	Schutz: ---	---
Lamellierte Breite	LB	2000	2000		
Lamellierte Tiefe	LF	249	249		
Rahmen oben	RO	26	26		
Rahmen unten	RU	26	26		
Rahmen vorne	RV	35	35		
Rahmen hinten (~40/40mm)	RN	35	35		
Kollektor-Durchmesser	K	42	42		
Kollektorabdeckung	AD	113	113		
Kollektorabstand	KA	222	222		
Lamellenteilung	LT	2.000	2.600		
Lamellendicke	LD	0.150	0.150		
Rohrdurchmesser	DA	12.400	12.400		
Rohrdurchmesser	da	12.400	12.400		
Rohrwandstärke	S	0.350	0.350		
Rohrteilung in der Höhe	S1	32.000	32.000		
Rohrteilung in der Tiefe	S2	27.713	27.713		
SA-He:	32/28/12-9R-54T-2000A-2.0PA-24C-Cu/Al/FeZn			SA-He:	EUR 4651.00
RA-Co:	32/28/12-9R-54T-2000A-2.6PA-24C-Cu/Al/FeZn			RA-Co:	EUR 4318.00



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

KV-System im Winter		SA-He	RA-Co	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Wirk. grad	%	71.000	57.722	
Leistung sensibel	kW	271.986	195.818	
Leistung latent	kW	---	74.751	
Leistung frost	kW	---	1.417	
Leistung total	kW	271.986	271.985	
Flächenreserve	%	0.199	0.196	
Vorhandene Fläche	m2	1261.037	1261.037	



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx

Fax: xxxxxxxxxx

E-Mail

Homepage

City, 1.2.2022

Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant

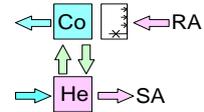
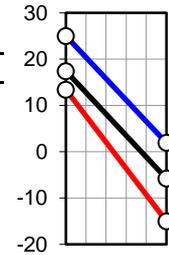
Object

Position

SA-He (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	-15.000	13.400	20.000
Rel. Feuchte	%	90.000	9.585	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	0.905	0.905	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	25059.731	27816.535	28680.000
Geschwindigkeit	m/s	2.014	2.236	2.305
Druckverlust	Pa		169.932	

RA-Co (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	25.000	1.911	20.000
Rel. Feuchte	%	40.000	100.000	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	7.857	4.345	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	25745.004	23618.995	25230.000
Geschwindigkeit	m/s	2.069	1.898	2.028
Druckverlust nass	Pa		173.831	

30 V% Et.glykol (ff = 0.00005 / 0.00005 m2K/W)		SA-He	RA-Co
Temp.	ein °C	17.420	-5.800
Temp.	aus °C	-5.800	17.420
Volumenstrom	m3/h	11.141	11.148
Geschwindigkeit	m/s	1.066	1.067
Reynolds	---	3818.069	3656.860
Druckverlust	kPa	180.276	182.518



Software by www.zcs.ch

Technische Daten		SA-He	RA-Co	SA-He	RA-Co
Rohre total	Stück	972	972	Rohre: Cu	Cu
Blindrohre	Stück	0	0	Rohre: glatt	glatt
Int.Entlü./Entle.	Stück	8	8	Rohre: versetzt	versetzt
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	18	18	Rohre: kreisförmig	kreisförmig
Rohrlagen in der Höhe	Stück	54	54	Kollektoren: Cu	Cu
Pässe	Stück	36	36	Kollektoren: 1.51 m/s	1.52 m/s
Stränge (NC)	Stück	27	27	Anschlüsse: Rg7	Rg7
Inhalt	l	224	224	Anschlüsse: 1.51 m/s	1.52 m/s
Gewicht	kg	647	647	Lamellen: Al	Al
Anschlüsse	G	---	2"	Lamellen: glatt	glatt
Rahmenhöhe	RH	mm	1780	Rahmen: FeZn	FeZn
Rahmenbreite	BT	mm	2178	Luftrichtung: horizontal	horizontal
Rahmentiefe	RT	mm	590	Schutz: ohne	ohne
Lamellierte Höhe	LH	mm	1728	Schutz: ---	---
Lamellierte Breite	LB	mm	2000		
Lamellierte Tiefe	LF	mm	499		
Rahmen oben	RO	mm	26		
Rahmen unten	RU	mm	26		
Rahmen vorne	RV	mm	35		
Rahmen hinten (~40/40mm)	RN	mm	35		
Kollektor-Durchmesser	K	mm	54		
Kollektorabdeckung	AD	mm	143		
Kollektorabstand	KA	mm	503		
Lamellenteilung	LT	mm	2.500		
Lamellendicke	LD	mm	0.200		
Rohrdurchmesser	DA	mm	12.400		
Rohrdurchmesser	da	mm	12.400		
Rohrwandstärke	S	mm	0.350		
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm	32.000		
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm	27.713		
				Lieferfrist:	5-6 Wochen
				Bindefrist:	12 Wochen
				Kondit.:	netto, franko Domizil
				Zahlung:	30 Tage netto
				SA-He:	EUR 9422.00
				RA-Co:	EUR 9422.00

