



Prüfung versus Praxis

Mancher hat sich auch schon einmal gefragt, warum lamellierte Wärmetauscher in der Praxis die offerierten Leistungen nicht erreichen, obwohl die Angebote mit Stempeln des TÜV oder des EUROVENT versehen sind. Mancher hat sich auch schon einmal gefragt, warum die Angebote bezüglich Preisen, Flächen und Druckverlusten Unterschiede bis zu 35% aufweisen. Wer sich solche Fragen noch nie gestellt hat, sollte nicht weiterlesen und gefrost das billigste Angebot berücksichtigen und ja nie nachmessen. Wenn man sich jedoch schon einmal gefragt hat, warum die **Firma XYZ** scheinbar immer als der absolute Leader am Markt auftrumpfen kann, sollte man diese dubiose Angelegenheit vielleicht einmal kritischer anschauen oder noch besser auf der Anlage nachmessen. **Es könnte doch sein, dass man zwar eine Baumusterprüfung bestanden hat, doch sich im Nachhinein in Angeboten einen feuchten Dreck darum schert und Risikomanagement bis zum geht nicht mehr betreibt.** Wir möchten das an einem Beispiel näher erläutern. Ein Kunde, welcher Klimageräte herstellt, hat uns leider nur telefonisch gewisse Angaben zu einem dubiosen Angebot gemacht, mit der Bitte, dieses mit unserer mehrfach TÜV-geprüften neutralen Software zu überprüfen, welche alle Geometrien berechnen kann. Es geht dabei um ein Hochleistungs-Kreislauf-Verbund-Wärmerückgewinnungs-System, gemäss Bild links unten.

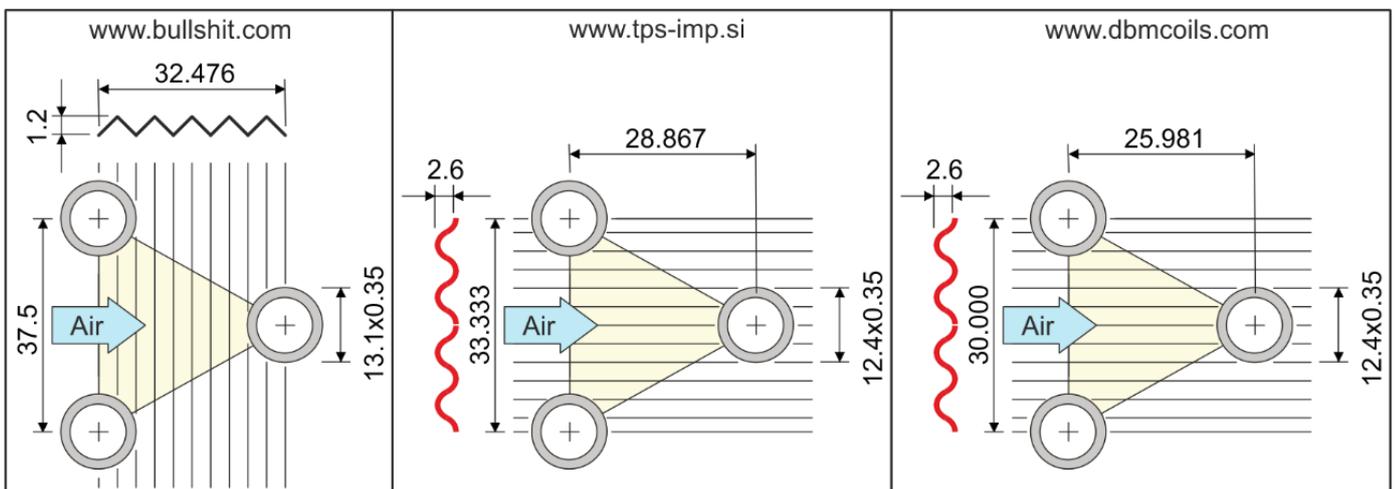
Luftdruck 1.013 bar
Temperatur-Wirkungsgrad 66%.
Wärmerückgewinnungsleistung 178 kW

Zuluft 25000 m³/h, -12°C/90% auf 9.1°C/19%, Druckverlust 177 Pa
25%Et.Glykol, 7.75 m³/h, 14.7°C auf -6.6°C, Druckverlust 190 kPa
Abluft 25000 m³/h, 20°C/20% auf -1°C/82%, Druckverlust 177 Pa
25%Et.Glykol, 7.75 m³/h, -6.6°C auf 14.7°C, Druckverlust 190 kPa
2 identische Wärmetauscher mit versetzten Rohren, je:

Fläche 809 m², Gewicht 438 kg, Inhalt 130 Liter
Lamellierte Höhe, Breite, Tiefe 2025, 1625, 390 mm
Aluminiumlamellen 0.2 mm, geprägt quer zur Luftrichtung
Rohrreihen in der Tiefe 12 Stück, Rohre in der Höhe 54 Stück
Rohre total 648 Stück, Rohre ab Kollektor 16 Stück
Kupferrohre 12.7x0.35 mm, aufgeweitet 13.1x0.35 mm



Was jedem nur einigermaßen vernünftigem Mitarbeiter als erstes sofort auffallen sollte, sind die viel zu hohen luftseitigen Druckverluste von je 177 Pa pro Wärmetauscher, welche viel zu hohe jährlich wiederkehrende Betriebskosten infolge der dafür erforderlichen Ventilatorleistungen auslösen würden. **Diese viel zu hohen luftseitigen Druckverluste sind auf die viel zu hoch geprägten Lamellen quer zur Luftrichtung zurückzuführen, welche wir in Ermangelung von Angaben mit unserer Software berechnet haben, um auf diese hohen Druckverluste zu kommen.** Was jedem nur einigermaßen vernünftigem Mitarbeiter als zweites Kriterium sofort auffallen sollte, sind die 12 Rohrreihen, wo Mitbewerber mit ähnlicher Geometrie 16 Rohrreihen angeboten haben. **Eine Nachrechnung zeigt auf Seite 2 ein Flächenmanko von 20% und 26% auf, was heisst, dass dieser Hersteller unseriöses Risiko-Management auf Kosten des Käufers betreibt, in der Hoffnung, dass nicht nachgemessen wird.** Seite 3 und 4 zeigt eine seriöse Berechnung mit Wellenlamellen, um den luftseitigen Druckverlust und die damit verbundenen Betriebskosten klein zu halten. **Viel vernünftiger wären Wellenlamellen in Luftrichtung, gemäss 2 Bildern rechts unten, was dem heutigen modernen Stand entspricht.**



KV-System im Winter		SA-He	RA-Co	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Wirk. grad	%	66.000	65.757	
Leistung sensibel	kW	176.400	176.337	
Leistung latent	kW	---	0.063	
Leistung frost	kW	---	0.000	
Leistung total	kW	176.400	176.400	
Flächenreserve	%	-20.049	-25.818	
Vorhandene Fläche	m2	847.022	843.945	



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx

Fax: xxxxxxxxxx

E-Mail

Homepage

City, 12.10.2023

Mit freundlichen Grüßen

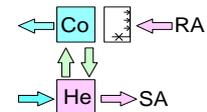
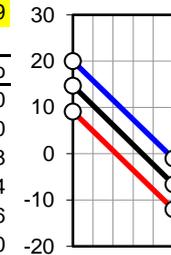
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

SA-He (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	-12.000	9.120	20.000
Rel. Feuchte	%	90.000	16.756	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	1.193	1.193	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	22108.309	23896.207	25000.000
Geschwindigkeit	m/s	1.866	2.017	2.110
Druckverlust	Pa		176.330	

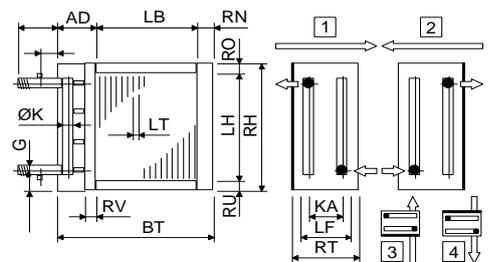
RA-Co (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	20.000	-1.042	20.000
Rel. Feuchte	%	20.000	83.173	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	2.879	2.876	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	24884.343	23098.108	25000.000
Geschwindigkeit	m/s	2.101	1.950	2.110
Druckverlust nass	Pa		176.889	

25 V% Et.glykol (ff = 0.00005 / 0.00005 m2K/W)		SA-He	RA-Co	
Temp.	ein °C	14.700	-6.600	
Temp.	aus °C	-6.600	14.700	
Volumenstrom	m3/h	7.748	7.748	
Geschwindigkeit	m/s	1.114	1.114	
Reynolds	---	4774.895	4787.876	
Druckverlust	kPa	189.887	189.760	



Software by www.zcs.ch

Technische Daten		SA-He	RA-Co	SA-He	RA-Co
Rohre total	Stück	648	648	Rohre: Cu	Cu
Blindrohre	Stück	8	8	Rohre: glatt	glatt
Int.Entlü./Entle.	Stück	5	5	Rohre: versetzt	versetzt
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	12	12	Rohre: kreisförmig	kreisförmig
Rohrlagen in der Höhe	Stück	54	54	Kollektoren: Cu	Cu
Pässe	Stück	40	40	Kollektoren: 2.68 m/s	2.68 m/s
Anzahl Stränge (NC)	Stück	16	16	Anschlüsse: Rg7	Rg7
Inhalt	l	139	139	Anschlüsse: 2.68 m/s	2.68 m/s
Gewicht	kg	415	415	Lamellen: Al	Al
Anschlüsse	G	1 1/4"	1 1/4"	Lamellen: gerippt	gerippt
Rahmenhöhe	RH	2130	2130	Rahmen: FeZn	FeZn
Rahmenbreite	BT	1804	1804	Luftrichtung: horizontal	horizontal
Rahmentiefe	RT	420	420	Schutz: ohne	ohne
Lamellierte Höhe	LH	2025	2025	Schutz: ---	---
Lamellierte Breite	LB	1625	1625		
Lamellierte Tiefe	LF	390	390		
Rahmen oben	RO	52	52		
Rahmen unten	RU	53	53		
Rahmen vorne	RV	30	30		
Rahmen hinten (~42/42mm)	RN	50	50		
Kollektor-Durchmesser	K	35	35		
Kollektorabdeckung	AD	129	129		
Kollektorabstand	KA	361	361		
Lamellenteilung	LT	3.000	3.000		
Lamellendicke	LD	0.200	0.200		
Rohrdurchmesser	DA	13.100	13.100		
Rohrdurchmesser	da	13.100	13.100		
Rohrwandstärke	S	0.350	0.350		
Rohrteilung in der Höhe	S1	37.500	37.500		
Rohrteilung in der Tiefe	S2	32.476	32.476		



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

SA-He: 38/32/13-12R-54T-1625A-3.0PA-16C-Cu/Al/FeZn
RA-Co: 38/32/13-12R-54T-1625A-3.0PA-16C-Cu/Al/FeZn

SA-He: EUR 6653.00
RA-Co: EUR 6653.00



KV-System im Winter		SA-He	RA-Co	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Wirk. grad	%	66.000	65.780	
Leistung sensibel	kW	176.400	176.400	
Leistung latent	kW	---	0.000	
Leistung frost	kW	---	0.000	
Leistung total	kW	176.400	176.400	
Flächenreserve	%	0.504	0.543	
Vorhandene Fläche	m2	945.186	945.186	



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx

Fax: xxxxxxxxxx

E-Mail

Homepage

City, 12.10.2023

Mit freundlichen Grüßen

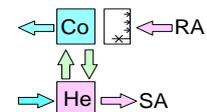
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

SA-He (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	-12.000	9.120	20.000
Rel. Feuchte	%	90.000	16.756	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	1.193	1.193	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	22108.309	23896.207	25000.000
Geschwindigkeit	m/s	1.894	2.047	2.142
Druckverlust	Pa		99.595	

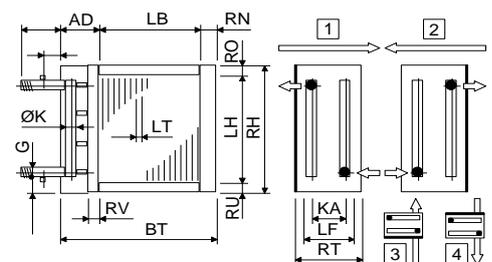
RA-Co (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	20.000	-1.050	20.000
Rel. Feuchte	%	20.000	83.312	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	2.879	2.879	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	24884.343	23097.583	25000.000
Geschwindigkeit	m/s	2.132	1.979	2.142
Druckverlust nass	Pa		104.497	

25 V% Et.glykol (ff = 0.00005 / 0.00005 m2K/W)		SA-He	RA-Co	
Temp.	ein °C	13.880	-6.100	
Temp.	aus °C	-6.100	13.880	
Volumenstrom	m3/h	8.260	8.261	
Geschwindigkeit	m/s	1.186	1.186	
Reynolds	---	4766.557	4720.172	
Druckverlust	kPa	189.549	190.051	



Software by www.zcs.ch

Technische Daten		SA-He	RA-Co	SA-He	RA-Co
Rohre total	Stück	720	720	Rohre: Cu	Cu
Blindrohre	Stück	0	0	Rohre: glatt	glatt
Int.Entlü./Entle.	Stück	5	5	Rohre: versetzt	versetzt
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	12	12	Rohre: kreisförmig	kreisförmig
Rohrlagen in der Höhe	Stück	60	60	Kollektoren: Cu	Cu
Pässe	Stück	40	40	Kollektoren: 1.12 m/s	1.12 m/s
Anzahl Stränge (NC)	Stück	18	18	Anschlüsse: Rg7	Rg7
Inhalt	l	141	141	Anschlüsse: 1.12 m/s	1.12 m/s
Gewicht	kg	463	463	Lamellen: Al	Al
Anschlüsse	G	---	2"	Lamellen: Wellenstruktur	Wellenstruktur
Rahmenhöhe	RH mm	2130	2130	Rahmen: FeZn	FeZn
Rahmenbreite	BT mm	1804	1804	Luftrichtung: horizontal	horizontal
Rahmentiefe	RT mm	430	430	Schutz: ohne	ohne
Lamellierte Höhe	LH mm	2000	2000	Schutz: ---	---
Lamellierte Breite	LB mm	1621	1621		
Lamellierte Tiefe	LF mm	346	346		
Rahmen oben	RO mm	65	65		
Rahmen unten	RU mm	65	65		
Rahmen vorne	RV mm	30	30		
Rahmen hinten (~40/40mm)	RN mm	40	40		
Kollektor-Durchmesser	K mm	54	54		
Kollektorabdeckung	AD mm	143	143		
Kollektorabstand	KA mm	347	347		
Lamellenteilung	LT mm	2.700	2.700		
Lamellendicke	LD mm	0.200	0.200		
Rohrdurchmesser	DA mm	12.400	12.400		
Rohrdurchmesser	da mm	12.400	12.400		
Rohrwandstärke	S mm	0.350	0.350		
Rohrteilung in der Höhe	S1 mm	33.333	33.333		
Rohrteilung in der Tiefe	S2 mm	28.867	28.867		



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

SA-He: 33/29/12-12R-60T-1621A-2.7PA-18C-Cu/Al/FeZn

SA-He: EUR 7416.00

RA-Co: 33/29/12-12R-60T-1621A-2.7PA-18C-Cu/Al/FeZn

RA-Co: EUR 7416.00



KV-System im Winter		SA-He	RA-Co	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Wirk. grad	%	66.000	65.780	
Leistung sensibel	kW	176.400	176.400	
Leistung latent	kW	---	0.000	
Leistung frost	kW	---	0.000	
Leistung total	kW	176.400	176.400	
Flächenreserve	%	2.764	2.203	
Vorhandene Fläche	m2	849.396	849.396	



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx

Fax: xxxxxxxxxx

E-Mail

Homepage

City, 12.10.2023

Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant

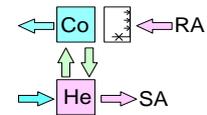
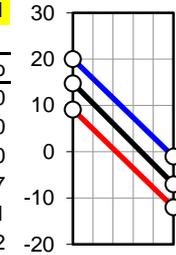
Object

Position

SA-He (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	-12.000	9.120	20.000
Rel. Feuchte	%	90.000	16.756	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	1.193	1.193	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	22108.309	23896.207	25000.000
Geschwindigkeit	m/s	1.830	1.978	2.070
Druckverlust	Pa		101.684	

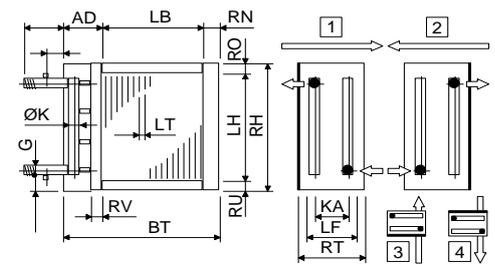
RA-Co (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	20.000	-1.050	20.000
Rel. Feuchte	%	20.000	83.312	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	2.879	2.879	5.784
Volumenstrom feucht	m3/h	24884.343	23097.583	25000.000
Geschwindigkeit	m/s	2.060	1.912	2.070
Druckverlust nass	Pa		106.681	

25 V% Et.glykol (ff = 0.00005 / 0.00005 m2K/W)		SA-He	RA-Co	
Temp.	ein °C	14.800	-7.000	
Temp.	aus °C	-7.000	14.800	
Volumenstrom	m3/h	7.571	7.570	
Geschwindigkeit	m/s	1.087	1.087	
Reynolds	---	4372.228	4409.011	
Druckverlust	kPa	186.237	185.812	



Software by www.zcs.ch

Technische Daten		SA-He	RA-Co	SA-He	RA-Co
Rohre total	Stück	828	828	Rohre: Cu	Cu
Blindrohre	Stück	0	0	Rohre: glatt	glatt
Int.Entlü./Entle.	Stück	5	5	Rohre: versetzt	versetzt
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	12	12	Rohre: kreisförmig	kreisförmig
Rohrlagen in der Höhe	Stück	69	69	Kollektoren: Cu	Cu
Pässe	Stück	46	46	Kollektoren: 1.03 m/s	1.03 m/s
Anzahl Stränge (NC)	Stück	18	18	Anschlüsse: Rg7	Rg7
Inhalt	l	161	161	Anschlüsse: 1.03 m/s	1.03 m/s
Gewicht	kg	452	452	Lamellen: Al	Al
Anschlüsse	G	---	2"	Lamellen: Wellenstruktur	Wellenstruktur
Rahmenhöhe	RH	mm	2130	Rahmen: FeZn	FeZn
Rahmenbreite	BT	mm	1804	Luftrichtung: horizontal	horizontal
Rahmentiefe	RT	mm	400	Schutz: ohne	ohne
Lamellierte Höhe	LH	mm	2070	Schutz: ---	---
Lamellierte Breite	LB	mm	1621		
Lamellierte Tiefe	LF	mm	312		
Rahmen oben	RO	mm	30		
Rahmen unten	RU	mm	30		
Rahmen vorne	RV	mm	30		
Rahmen hinten (~40/40mm)	RN	mm	40		
Kollektor-Durchmesser	K	mm	54		
Kollektorabdeckung	AD	mm	143		
Kollektorabstand	KA	mm	321		
Lamellenteilung	LT	mm	2.800		
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	30.000		
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm	25.981		



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

SA-He: 30/26/12-12R-69T-1621A-2.8PA-18C-Cu/Al/FeZn SA-He: EUR 7807.00
RA-Co: 30/26/12-12R-69T-1621A-2.8PA-18C-Cu/Al/FeZn RA-Co: EUR 7807.00