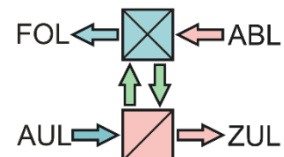


Wärmerückgewinnung mit KV-Systemen

In Deutschland, Österreich und der deutschsprachigen Schweiz werden seit vielen Jahren KV-Systeme mit hohen Temperatur-Wirkungsgraden bis 80 % eingesetzt. Dazu werden in den beiden Wärmeaustauschern bis zu 24 Rohrreihen bei einem glykolseitigen Druckverlust von je 2 bar eingesetzt. Die Hydraulik verursacht weitere 2 bar Druckverlust. Bei korrekter Auswahl der Glykolpumpe ist dies kein Problem, weder kostenmässig bezüglich der Anschaffung noch bezüglich der Betriebskosten.

In Ländern wie Frankreich, Italien, der französisch und italienisch sprechenden Schweiz bestehen jedoch nach wie vor grosse Vorurteile gegenüber hocheffizienten KV-Systemen wie maximal 65 % Temperatur-Wirkungsgrad, maximal 8 Rohrreihen bei maximal 0.9 bar Druckverlust pro Wärmeaustauscher. Zusätzlich werden ungeeignete Wärmeaustauscher mit versetzten Rohren und geprägten Lamellen eingesetzt, welche luftseitig viel zu hohe Druckverluste von je bis zu 250 Pa verursachen.

Auf Seite 2 wird ein moderates KV-System vorgestellt, welches einen Temperatur-Wirkungsgrad von 70 % aufweist. Die Wärmeaustauscher mit je 18 Rohrreihen, fluchtenden Rohren und glatten Lamellen weisen glykolseitig je 2 bar Druckverlust auf. Luftseitig betragen die Druckverluste lediglich 86 Pa in der Zuluft und 98 Pa in der Abluft.



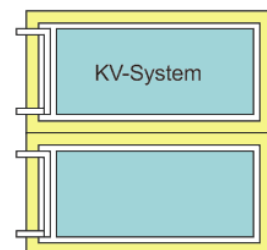
Klimagerät inklusive KV-System

Betriebsdauer	8760 h/a
Strompreis	100 EUR/MWh
Luftmenge	25000 m ³ /h Zuluft, 25000 m ³ /h Abluft
Ventilator Wirkungsgrad	75 %
Ventilator Pressung	1200 Pa Zuluft, 800 Pa Abluft
Ventilator Leistung	$\dot{Q} = \frac{\dot{V}\Delta p}{\eta} = \frac{25000 \cdot (1200+800) \cdot 100}{3600 \cdot 75 \cdot 1000} = 18.519 \text{ kW}$
Energie pro Jahr	$E = \dot{Q}t = \frac{18.519 \cdot 8760}{1000} = 162.222 \text{ MWh}$
Betriebskosten pro Jahr	$K = ES = 162.222 \cdot 100 = 16222 \text{ EUR}$



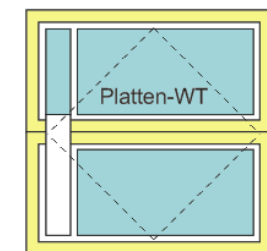
KV-System alleine

Druckverlust	86 Pa Zuluft, 98 Pa Abluft
Glykolpumpe Menge	9.449 m ³ /h
Glykolpumpe Pressung	6 bar (Zuluft 2 bar, Abluft 2 bar, Hydraulik 2 bar)
Glykolpumpe Wirkungsgrad	85 %
Ventilator Leistung	$\dot{Q} = \frac{\dot{V}\Delta p}{\eta} = \frac{25000 \cdot (86+98) \cdot 100}{3600 \cdot 75 \cdot 1000} = 1.704 \text{ kW}$
Glykolpumpe Leistung	$\dot{Q} = \frac{\dot{V}\Delta p}{\eta} = \frac{9.449 \cdot 6 \cdot 1000000 \cdot 100}{3600 \cdot 85 \cdot 1000} = 1.853 \text{ kW}$
Leistung total	$\dot{Q} = 1.704 + 1.853 = 3.557 \text{ kW}$
Energie pro Jahr	$E = \dot{Q}t = \frac{3.557 \cdot 8760}{1000} = 31.159 \text{ MWh}$
Betriebskosten pro Jahr	$K = ES = 31.159 \cdot 100 = 3116 \text{ EUR}$



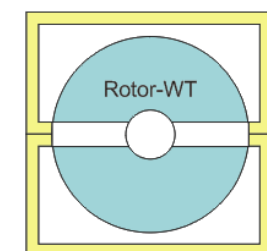
Betriebskosten pro Jahr mit KV-System

Klimagerät total	16222 EUR = 100.00 %
KV-System alleine	3116 EUR = 19.21 %



Schlussfolgerung 1

Das KV-System verursacht weniger als 20 % der gesamten Energiekosten. Wer ergo sparen möchte, sollte die Anströmgeschwindigkeiten auf 2 m/s begrenzen, korrekte Wärmeaustauscher mit fluchtenden Rohren und glatten Lamellen einsetzen. Nicht zu vergessen ist, dass andere Wärmerückgewinnungssysteme wie Rotoren oder Plattenwärmeaustauscher (PWT), siehe Seiten 3 & 4, bei gleichen Anströmgeschwindigkeiten wesentlich grössere Klimageräte benötigen oder bei gleichem Querschnitt infolge der luftseitigen Druckverluste das 2.5-fache an Energiekosten verursachen.



Betriebskosten pro Jahr mit PWT oder Rotor

Klimagerät 16222+1.5x3116	20896 EUR = 128.81 %
PWT oder Rotor alleine 2.5x3116	7790 EUR = 48.02 %

Schlussfolgerung 2

Wem dieser Sachverhalt nicht einleuchtet, hat wahrscheinlich auch in anderen Bereichen seine vorurteilsbehafteten Probleme.

KV-System im Winter		SA-He	RA-Co	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Wirkungsgrad	%	70.000	57.687	
Leistung	kW	181.286	181.286	
Flächenreserve	%	0.306	0.252	
Vorhandene Fläche	m2	1260.236	1260.236	



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

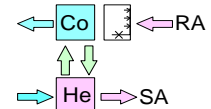
Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 12.06.2016
Mit freundlichen Grüßen

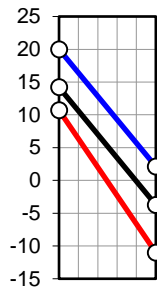
SA-He		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	-11.000	10.700	20.000
Rel. Feuchte	%	90.000	16.506	40.000
Volumenstrom feucht	m3/h	22196.994	24034.325	25000.000
Geschwindigkeit	m/s	1.828	1.980	
Druckverlust	Pa		86.063	

RA-Co		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	20.000	2.117	20.000
Rel. Feuchte	%	40.000	98.696	40.000
Volumenstrom feucht	m3/h	25000.000	23421.447	25000.000
Geschwindigkeit	m/s	2.059	1.929	
Druckverlust (tro. 92 Pa)	Pa		97.527	

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

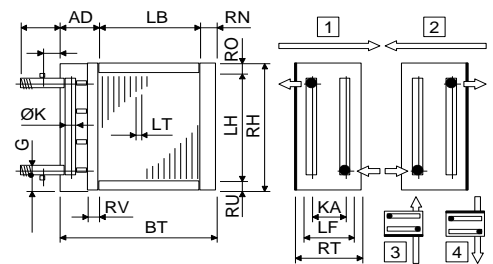


25 % Et.glykol		SA-He	RA-Co
Temp. ein	°C	14.200	-3.740
Temp. aus	°C	-3.740	14.200
Volumenstrom	m3/h	9.449	9.449
Geschwindigkeit	m/s	1.129	1.129
Reynolds	---	4708.019	4708.013
Druckverlust	kPa	197.420	197.420



Software by www.zcs.ch

Technische Daten		SA-He	RA-Co	SA-He	RA-Co
Rohre total	Stück	666	666	Rohre:	Cu Cu
Blindrohre	Stück	6	6		glatt glatt
Int.Entlü./Entle.	Stück	8	8	Kollektoren:	Cu Cu
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	18	18	Anschlüsse:	Rg7 Rg7
Rohrlagen in der Höhe	Stück	37	37	Lamellen:	Al Al
Pässe	Stück	30	30		glatt glatt
Stränge (NC)	Stück	22	22	Rahmen:	AlMg3 AlMg3
Inhalt	l	197	197	Schutz:	ohne
Gewicht	kg	602	602		---
Anschlüsse	G	---	2"		ohne
Rahmenhöhe	RH mm	1360	1360		---
Rahmenbreite	BT mm	2800	2800		ohne
Rahmentiefe	RT mm	690	690		---
Lamellierte Höhe	LH mm	1295	1295	Besonderes:	Bodenblech gelocht
Lamellierte Breite	LB mm	2604	2604		für optimalen Kondensatablauf
Lamellierte Tiefe	LF mm	630	630		
Rahmen oben	RO mm	32	32		
Rahmen unten	RU mm	33	33		
Rahmen vorne	RV mm	30	30		
Rahmen hinten (~53/53mm)	RN mm	53	53		
Kollektor-Durchmesser	K mm	54	54		
Kollektorabdeckung	AD mm	143	143		
Kollektorabstand	KA mm	612	612		
Lamellenteilung	LT mm	3.200	3.200		
Lamellendicke	LD mm	0.200	0.200		
Rohrdurchmesser	DA mm	12.400	12.400	Lieferfrist:	5-6 Wochen
Rohrwandstärke	S mm	0.400	0.400	Bindefrist:	12 Wochen
Rohrteilung in der Höhe	S1 mm	35.000	35.000	Kondit.:	netto, franko Domizil
Rohrteilung in der Tiefe	S2 mm	35.000	35.000	Zahlung:	30 Tage netto



SA-He: 35/35/12-18R-37T-2604A-3.2PA-22C-Cu/Al/AlMg3
RA-Co: 35/35/12-18R-37T-2604A-3.2PA-22C-Cu/Al/AlMg3

SA-He: EUR 10981.00
RA-Co: EUR 10981.00

Platten-WT: B1820 -H1820 -T1761 Kaltluft Warmluft Definition

Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Wirkungsgrad	%	70.000		
Leistung sensibel	kW	181.287	148.487	
Leistung latent	kW		30.646	
Leistung frost	kW		2.154	
Verschmutzungsfaktor	m2K/W	5.000E-05	5.000E-05	
Vorhandene Fläche	m2			1042.173
k-Wert	W/m2K			22.488
Mittl. log. Temp. diff. (69.10 %)	K			7.735



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 12.06.2016
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

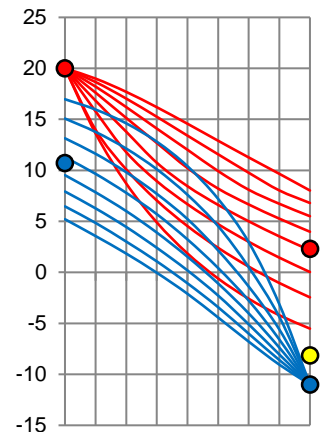
Software by www.zcs.ch

Kaltluft Eintritt Austritt Definition

Temp.	°C	-11.000	10.700	20.000
Rel. Feuchte	%	90.000	16.505	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	1.306	1.306	5.784
Dichte feucht	kg/m3	1.345	1.242	1.200
Enthalpie feucht	kJ/kg	-7.827	14.060	34.805
Volumenstrom feucht	m3/h	22196.994	24034.335	25000.000
Massenstrom trocken	kg/h	29819.521	29819.521	29819.521
Geschwindigkeit	m/s	4.874	5.277	
Druckverlust	Pa		196.429	

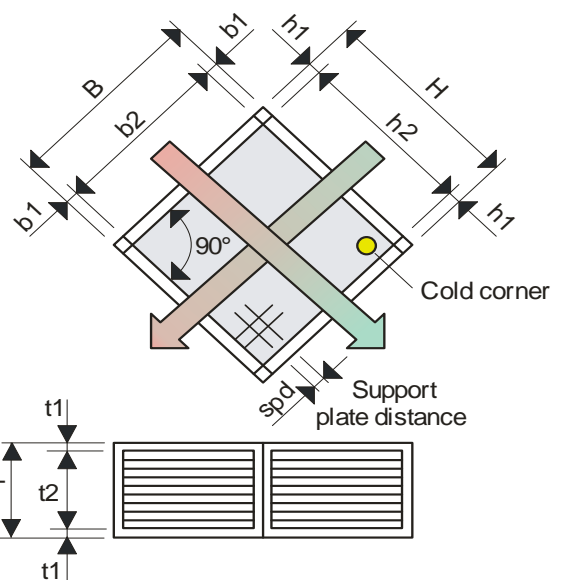
Warmluft Eintritt Austritt Definition

Temp.	°C	20.000	2.329	20.000
Rel. Feuchte	%	40.000	96.641	40.000
Abs. Feuchte	g/kg		4.326	5.784
Dichte feucht	kg/m3	1.200	1.278	1.200
Enthalpie feucht	kJ/kg	34.805	13.178	34.805
Volumenstrom feucht	m3/h	25000.000	23438.482	25000.000
Massenstrom trocken	kg/h	29819.521	29819.521	29819.521
Oberflächentemperatur	°C	11.492	-0.513	
Kondensatmenge	kg/h		43.482	
Geschwindigkeit	m/s	5.490	5.147	
Druckverlust (tro. 203 Pa)	Pa		215.574	



Technische Daten Einfriergefahr

Kalte Ecke - Oberflächentemperatur	°C	-8.143
Kaltluft - Austritt - Min.	°C	5.207
Kaltluft - Austritt - Max.	°C	16.974
Warmluft - Austritt - Min.	°C	-5.520
Warmluft - Austritt - Max.	°C	8.022



Platten-WT

Platten-Werkstoff	---	Al
Gehäuse-Werkstoff	---	Fe Zn
Gehäuse-Dicke	mm	1.000
Gewicht	kg	519.286
Plattenabstützungsdistanz	spd	mm 39.680
Breite	b1	mm 10.000
Breite	b2	mm 1800.000
Gehäuse-Breite	B	mm 1820.000
Höhe	h1	mm 10.000
Höhe	h2	mm 1800.000
Gehäuse-Höhe	H	mm 1820.000
Tiefe	t1	mm 25.000
Tiefe	t2	mm 1711.400
Gehäuse-Tiefe	T	mm 1761.400
Spaltzahl pro Seite	n	Stück 138.000
Spaltbreite Kaltluft	sk	mm 6.000
Spaltbreite Warmluft	sw	mm 6.000
Plattendicke	ld	mm 0.200

Lieferfrist: 5-6 Wochen
Bindefrist: 12 Wochen
Kondit.: netto, franko Domizil
Zahlung: 30 Tage netto
Preis netto: EUR 6516.00

Thermic Rotor: N-2600-200 Kaltluft Warmluft

Temp.	°C	20.000	20.000
Rel. Feuchte	%	40.000	40.000
Volumenstrom feucht	m3/h	25000.000	25000.000
Temperatur-Wirkungsgrad	%	70.000	68.187
Feuchte-Wirkungsgrad	%	52.796	52.796

Definition



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

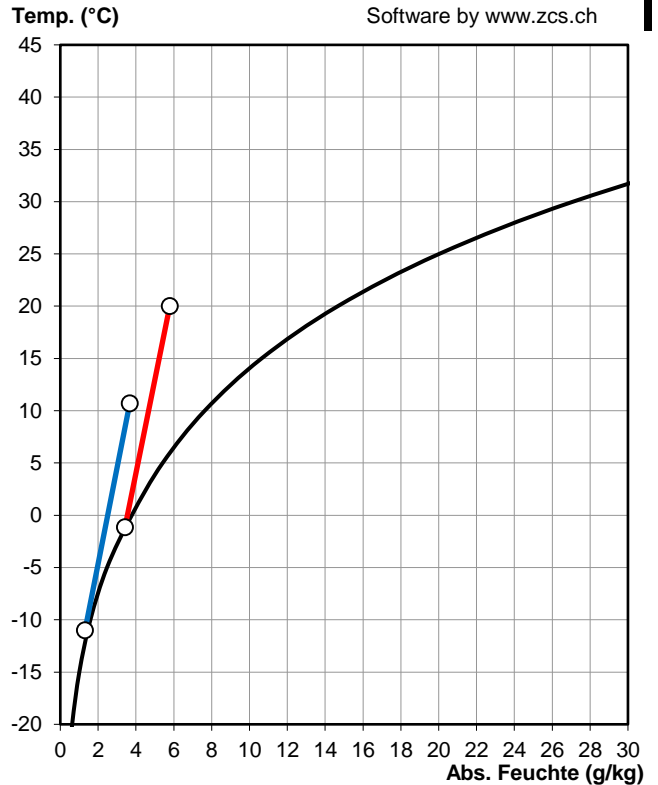
Drehzahl	U/min	2.213	
Höhe über Meer	m	0.000	
Druck	hPa	1013.250	
Vorhandene Fläche	m2	2427.393	
Leistung total	kW	230.636	230.636
Leistung sensibel	kW	181.286	177.315
Leistung latent	kW	49.350	49.686
Leistung frost	kW		3.635

Kaltluft (ff = 0.00005 m2K/W) Eintritt Austritt

Temp.	°C	-11.000	10.700
Rel. Feuchte	%	90.000	46.200
Abs. Feuchte	g/kg	1.306	3.670
Dichte	kg/m3	1.345	1.241
Enthalpie feucht	kJ/kg	-7.827	20.017
Volumenstrom feucht	m3/h	22196.994	24125.446
Massenstrom trocken	kg/h	29819.521	29819.521
Geschwindigkeit	m/s	2.656	2.887
Druckverlust trocken	Pa		194.052
Druckverlust nass	Pa		211.620

Warmluft (ff = 0.00005 m2K/W) Eintritt Austritt

Temp.	°C	20.000	-1.138
Rel. Feuchte	%	40.000	99.628
Abs. Feuchte	g/kg	5.784	3.420
Dichte	kg/m3	1.200	1.295
Enthalpie feucht	kJ/kg	34.805	7.400
Volumenstrom feucht	m3/h	25000.000	23110.080
Massenstrom trocken	kg/h	29819.521	29819.521
Kondensatmenge	kg/h		70.495
Oberflächentemperatur	°C	14.607	-5.311
Geschwindigkeit	m/s	2.919	2.699
Druckverlust trocken	Pa		201.523
Druckverlust nass	Pa		219.096



Software by www.zcs.ch

Technische Daten

Rotor Werkstoff			Al/Ep
Rotor Struktur Wellenlänge	x	mm	3.000
Rotor Struktur Wellenhöhe	y	mm	1.500
Rotor Struktur Wellenstärke	s	mm	0.080
Rotor Durchmesser aussen	DA	mm	2600.000
Rotor Durchmesser effektiv	DE	mm	2500.000
Rotor Durchmesser Kern	DK	mm	200.000
Rotor Tiefe	RT	mm	200.000
Rotor Winkel für Kaltluft		°	177.700
Rotor Winkel für Warmluft		°	177.700
Rotor Winkel für Spülluft	SPL	°	4.600
Rotor Dichte		kg/m3	2482.000
Rotor spez. Wärme		J/kgK	996.000
Rotor Wärmeleitfähigkeit		W/mK	2.130
Kassette			Fe/Ep
Kassetten Höhe	KH	mm	2800.000
Kassetten Breite	KB	mm	2800.000
Kassetten Tiefe	KT	mm	440.000
Leergewicht total		kg	600.000

