



Luftentfeuchtung

Bei sehr vielen industriellen Prozessen, wie zum Beispiel in der Pharmabranche, ist man auf relativ trockene Luft angewiesen, ansonsten die herzustellenden Produkte Feuchte aufnehmen und unbrauchbar werden können. Sofern der Luft viel Feuchte entzogen werden muss, kann ein Teil der Leistung über Kälterückgewinnung erfolgen, sofern die Abluft adiabatisch oder gar hybrid vorgekühlt wird. Der Rest muss zum Beispiel mit Kaltwasser von 6/12°C gekühlt werden, was hohe Betriebskosten zur Folge hat. **Leider schreiben immer noch viel zu viele Planer solche Systeme ohne adiabatische oder gar hybride Vorkühlung der Abluft aus, was höhere Betriebskosten verursacht.**

Abluft adiabatisch und hybrid vorgekühlt	Ja (Seite 2)	Nein (Seite 3)
Kälterückgewinnung aus der Abluft	106,991 kW	41,190 kW
Zusätzlicher Kaltwasser-Kühlbedarf	254,392 kW	320,193 kW

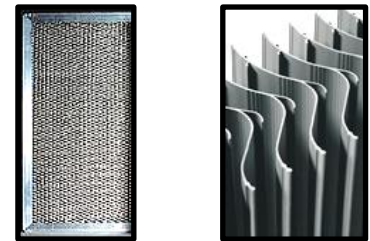
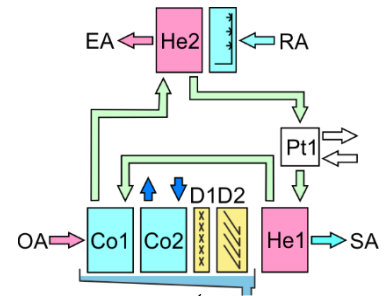
Beide Kühler müssen glatte Lamellen aufweisen, welche das Kondensat gut abfließen lassen. Die Stärke der Lamellen sollte mindestens 0,2 mm betragen, um grosse Kondensat-Tröpfchen zu generieren. Diese werden im vorgeschalteten Demister zu noch grösseren Tröpfchen zusammengefasst und im nachgeschalteten Tropfenabscheider separiert. Tropfenabscheider müssen mindestens 100 Pa Druckverlust aufweisen, um einen hohen Fraktionsabscheidegrad zu gewährleisten. Sofern diese Ratschläge nicht befolgt werden, darf man sich nicht wundern, wenn der Luffterhitzer in der Kälterückgewinnung die geforderte Luftaustrittstemperatur nicht erreicht und die Luftaustrittsfeuchte viel zu hoch ist. Die Ursache ist vor allem dem total ungenügenden Kondensat-Abscheidegrad zuzuschreiben. Ein Teil des Kondensats gelangt in den Luffterhitzer, was nun wirklich nicht der Sinn der Sache ist. **Sisyphus lässt grüssen!** Gegenstrom in lamellierten Wärmetauschern existiert nur in der Phantasie einiger Produzenten, denen es egal ist, ob beim Temperaturwirkungsgrad von Wärmerückgewinnungssystemen anstelle der versprochenen 70 % nur 50 % erreicht werden! Man hofft, dass nicht nachgemessen wird. Korrektes Vorgehen wird nachfolgend beschrieben und wurde bei Messungen im Labor bestätigt. Bei der Kühlung feuchter Luft gehen die Meinungen über die latente Leistung weit auseinander. Nur wer den Kühlprozess mit finiten Elementen berechnet, kann genau bestimmen, wie der Kühlprozess abläuft. Für die feuchte Luft und das Kühlmittel gehen während des Abkühlvorgangs die Reynolds- und Prandtl-Zahl hoch. Deshalb sinkt der k-Wert. Sobald sich jedoch Kondensat bildet, steigt der k-Wert. **Dies kann nur durch finite Elemente bestimmt und berücksichtigt werden.** Die schönen exponentiellen Temperaturgradienten im Diagramm unten müssen vergessen werden, da am Anfang nur sensible Leistung und erst gegen Ende latente Leistung abgeführt werden kann. Die Temperaturgradienten verformen sich. Da die Temperaturdifferenz Δt_m als Fläche zwischen den beiden Temperaturgradienten verstanden werden muss, reduziert dies das Δt_m extrem, auch im Gegenstrom wohlverstanden! Als Pinch Point ist in der thermodynamischen Prozesstechnik die kleinste Temperaturdifferenz zwischen den beiden Medien definiert. Fazit: **Latente Leistung reduziert die mittlere Temperaturdifferenz!**

Luftentfeuchtung: System CCSF

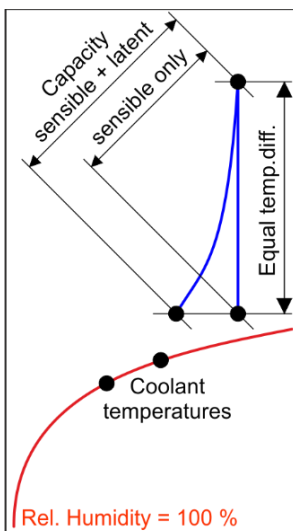
- RA: Abluft
- EA: Fortluft
- OA: Aussenluft mit 16 g/kg
- SA: Zuluft mit 8 g/kg

- He1: Luffterhitzer
- He2: Luffterhitzer
- Co1: Lufftkühler
- Co2: Lufftkühler

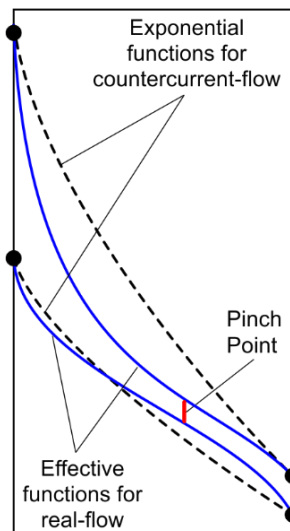
- D1: Demister
- D2: Tropfenabscheider



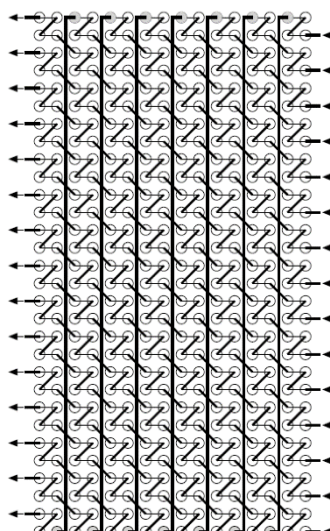
Kühlverlauf



Mittl. Log. Temp. Diff.



Interne hydr. Schaltung



Wärmetauscher



KV-System im Sommer		SA-Co1	SA-Co2	SA-He	RA-Hy
Leistung	kW	161.997	254.392	55.005	106.991
Flächenreserve	%	1.083	1.871	1.862	1.595
Vorhandene Fläche	m2	2818.047	863.500	407.637	2368.277
Temp. ein (26.000)	°C	32.000	19.900	10.512	19.356
Rel. Feuchte ein (54.175)	%	52.940	97.857	100.000	100.000
Abs. Feuchte ein (11.500)	g/kg	16.000	14.438	8.000	14.261
Temp. aus	°C	19.900	10.512	16.000	26.601
Rel. Feuchte aus	%	97.857	100.000	69.967	70.487
Abs. Feuchte aus	g/kg	14.438	8.000	8.000	15.601
Geschwindigkeit	m/s	1.930	1.890	1.827	1.910
Druckverlust	Pa	153.605	104.630	18.324	124.779
Befeuchtungstemperatur	°C				15.000



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 8.9.2022
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

Definition		
Höhe über Meer	m	106.000
Druck	hPa	1000.564
Temp.	°C	20.000
Rel. Feuchte	%	40.000
Zuluft	m3/h	30000.000
Abluft	m3/h	30000.000

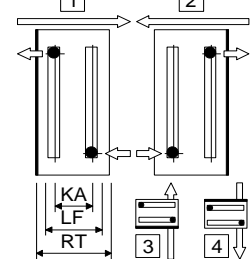
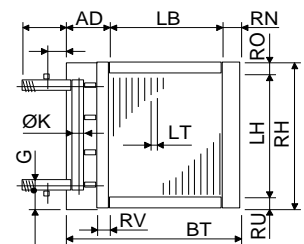
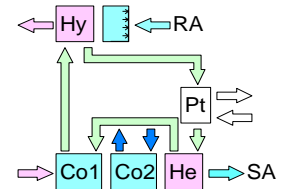
25 V% Et.glykol		
Temp. ein	°C	16.300
Temp. aus	°C	28.900
Volumenstrom	m3/h	11.948
Druckverlust total	kPa	377.147

Wasser SA-Co2		
Temp. ein	°C	6.000
Temp. aus	°C	12.000
Volumenstrom	m3/h	36.395
Druckverlust	kPa	29.612



Technische Daten		SA-Co1	SA-Co2	SA-He	RA-Hy	Software by www.zcs.ch
------------------	--	--------	--------	-------	-------	------------------------

Blindrohre	Stück	0	0	0	0
Int.Entlü./Entle.	Stück	11	0	1	11
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	24	8	4	24
Rohrlagen in der Höhe	Stück	56	49	56	56
Anzahl Stränge (NC)	Stück	32	49	28	32
Inhalt	l	357	213	74	357
Gewicht	kg	1319	491	248	1199
Anschlüsse	G	2 ½"	4"	2 ½"	2 ½"
Rahmenhöhe	RH	2040	2040	2040	2040
Rahmenbreite	BT	2500	2500	2500	2500
Rahmentiefe	RT	950	380	250	950
Lamellierte Höhe	LH	1960	1960	1960	1960
Lamellierte Breite	LB	2281	2232	2281	2281
Rahmen oben	RO	40	40	40	40
Rahmen unten	RU	40	40	40	40
Rahmen vorne	RV	30	30	30	30
Rahmen hinten (~53/69/53/53)	RN	53	69	53	53
Kollektorabdeckung	AD	166	199	166	166
Lamellenteilung	LT	2.500	2.500	2.900	3.000
Lamellendicke	LD	0.200	0.200	0.200	0.200
Rohrdurchmesser	DA	12.400	16.400	12.400	12.400
Rohrdurchmesser	da	12.400	16.400	12.400	12.400
Rohrwandstärke	S	0.400	0.400	0.400	0.400
Rohrteilung in der Höhe	S1	35.000	40.000	35.000	35.000
Rohrteilung in der Tiefe	S2	35.000	34.641	35.000	35.000
Rohre	---	Cu	Cu	Cu	Cu
Rohre	---	glatt	glatt	glatt	glatt
Rohre	---	fluchtend	versetzt	fluchtend	fluchtend
Rohre	Typ	kreisförmig	kreisförmig	kreisförmig	kreisförmig
Kollektor	---	Cu	Cu	Cu	Cu
Anschlüsse	---	Rg7	Rg7	Rg7	Rg7
Lamellen	---	Al	Al	Al	AlMg3
Lamellen	---	glatt	glatt	glatt	glatt
Rahmen	---	V2A	V2A	V2A	V2A
Schutz	---	ohne	ohne	ohne	ohne
Schutz	---	---	---	---	---
Preis	EUR	18298.00	7091.00	3616.00	18030.00



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

KV-System im Sommer		SA-Co1	SA-Co2	SA-He	RA-Hy
Leistung	kW	96.196	320.193	55.005	41.190
Flächenreserve	%	0.431	0.262	0.805	0.333
Vorhandene Fläche	m2	2846.463	851.120	207.482	2846.463
Temp. ein (26.000)	°C	32.000	22.545	10.512	26.000
Rel. Feuchte ein (54.175)	%	52.940	92.016	100.000	54.175
Abs. Feuchte ein (11.500)	g/kg	16.000	16.000	8.000	11.500
Temp. aus	°C	22.545	10.512	16.000	30.081
Rel. Feuchte aus	%	92.016	100.000	69.967	42.736
Abs. Feuchte aus	g/kg	16.000	8.000	8.000	11.500
Geschwindigkeit	m/s	1.922	1.929	1.795	1.913
Druckverlust	Pa	133.649	110.180	9.186	132.900
Befeuchtungstemperatur	°C				15.000



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 8.9.2022
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

Definition		
Höhe über Meer	m	106.000
Druck	hPa	1000.564
Temp.	°C	20.000
Rel. Feuchte	%	40.000
Zuluft	m3/h	30000.000
Abluft	m3/h	30000.000

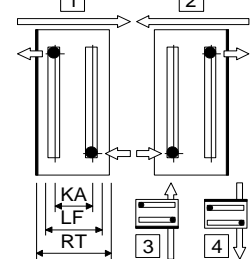
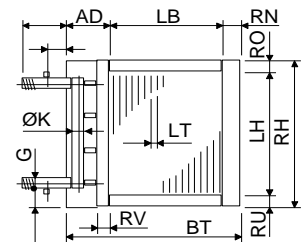
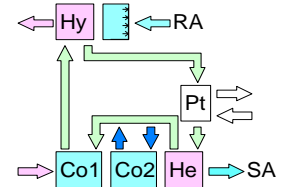
25 V% Et.glykol		
Temp. ein	°C	21.105
Temp. aus	°C	30.650
Volumenstrom	m3/h	9.353
Druckverlust total	kPa	366.093

Wasser SA-Co2		
Temp. ein	°C	6.000
Temp. aus	°C	12.000
Volumenstrom	m3/h	45.805
Druckverlust	kPa	39.989



Technische Daten		SA-Co1	SA-Co2	SA-He	RA-Hy	Software by www.zcs.ch
------------------	--	--------	--------	-------	-------	------------------------

Blindrohre	Stück	0	0	4	0
Int.Entlü./Entle.	Stück	11	0	0	11
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	24	8	2	24
Rohrlagen in der Höhe	Stück	56	49	56	56
Anzahl Stränge (NC)	Stück	28	49	18	28
Inhalt	l	351	231	38	351
Gewicht	kg	1314	546	139	1314
Anschlüsse	G	2"	NW125	2"	2"
Rahmenhöhe	RH	2040	2040	2040	2040
Rahmenbreite	BT	2500	2500	2500	2500
Rahmentiefe	RT	900	410	160	900
Lamellierte Höhe	LH	1960	1960	1960	1960
Lamellierte Breite	LB	2304	2200	2322	2304
Rahmen oben	RO	40	40	40	40
Rahmen unten	RU	40	40	40	40
Rahmen vorne	RV	30	30	30	30
Rahmen hinten (~53/69/53/53)	RN	53	69	53	53
Kollektorabdeckung	AD	143	231	125	143
Lamellenteilung	LT	2.500	2.500	2.900	2.500
Lamellendicke	LD	0.200	0.200	0.200	0.200
Rohrdurchmesser	DA	12.400	16.400	12.400	12.400
Rohrdurchmesser	da	12.400	16.400	12.400	12.400
Rohrwandstärke	S	0.400	0.400	0.400	0.400
Rohrteilung in der Höhe	S1	35.000	40.000	35.000	35.000
Rohrteilung in der Tiefe	S2	35.000	34.641	35.000	35.000
Rohre	---	Cu	Cu	Cu	Cu
Rohre	---	glatt	glatt	glatt	glatt
Rohre	---	fluchtend	versetzt	fluchtend	fluchtend
Rohre	Typ	kreisförmig	kreisförmig	kreisförmig	kreisförmig
Kollektor	---	Cu	Cu	Cu	Cu
Anschlüsse	---	Rg7	Rg7	Rg7	Rg7
Lamellen	---	Al	Al	Al	Al
Lamellen	---	glatt	glatt	glatt	glatt
Rahmen	---	V2A	V2A	V2A	V2A
Schutz	---	ohne	ohne	ohne	ohne
Schutz	---	---	---	---	---
Preis	EUR	18173.00	8236.00	1994.00	18173.00



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