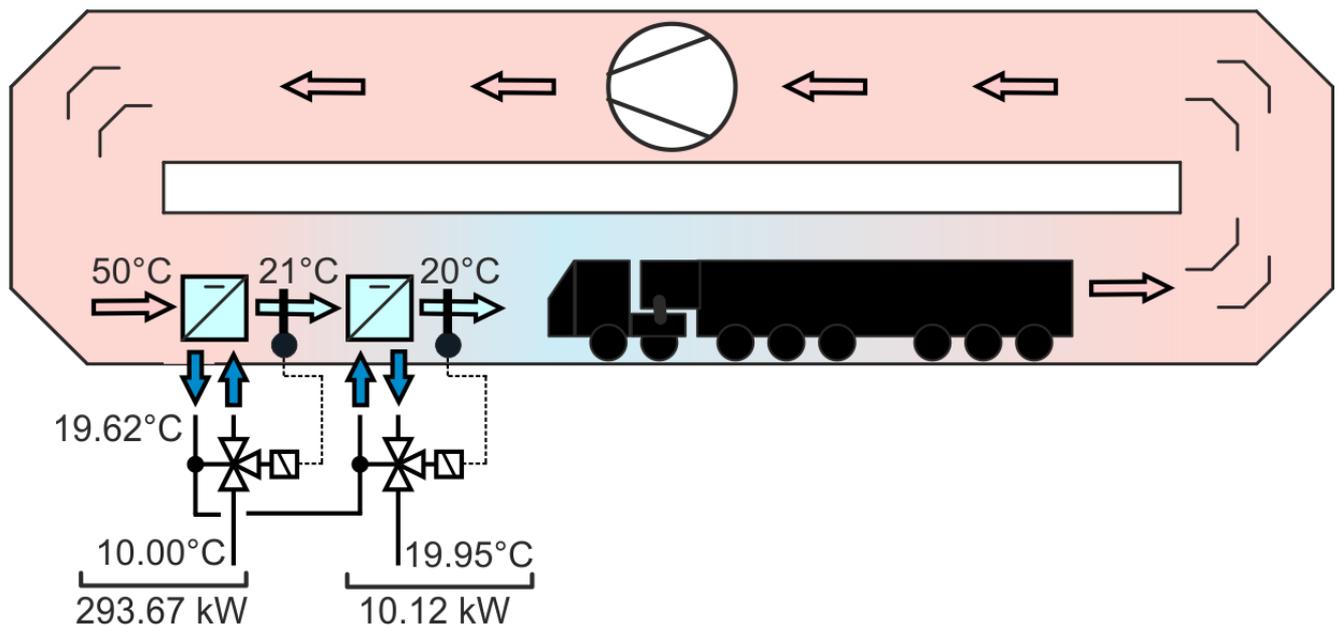




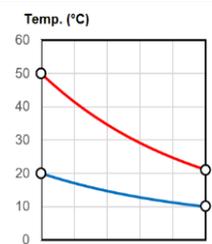
Stabile Luftaustrittstemperatur

In strömungstechnischen Versuchslaboratorien sind Luftkanäle gefordert, welche die Zulufttemperatur auf das zu prüfende Objekt, wie zum Beispiel einen massstäblich miniaturisierten Sattelschlepper, **zwecks Studium des Strömungsverhaltens und Messung des Luftwiderstandes**, sehr genau stabil halten können und zwar mit einer maximalen Bandbreitenabweichung von 0.1K, um die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten. Weil sich die Luft durch das zu prüfende Objekt, die Kanal-Umlenkungen -Erweiterungen, -Verengungen und durch die Ventilatoren erwärmt, sind Luftkühler in Form von lamellierten Wärmetauschern dem zu prüfenden Objekt vorgeschaltet, welche diese Genauigkeit erbringen müssen.

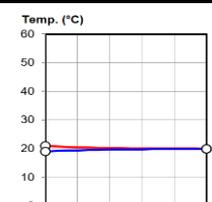


Diese Genauigkeit mit 1 Wärmetauscher mit einer Leistung von 303.79 kW im üblichen Kreuz-**Gegenstrom** zu erreichen, ist auch mit der aufwendigsten Regulierung unmöglich, wurde jedoch schon mehrmals versucht und ist immer wieder gescheitert. Das Problem dabei ist die sehr grosse mittlere logarithmische Temperaturdifferenz von 17.71 K, welche **viel zu viel Spielraum für eine vernünftige und stabile Regulierung** bedeutet, siehe Seite 2.

Versuche haben gezeigt, dass die geforderte Temperatur-Genauigkeit und -Stabilität nur mit 2 Wärmetauschern realisierbar ist, wobei der erste im üblichen Kreuz-**Gegenstrom** geschaltet ist und mit 293.67 kW immerhin **96.67% der Gesamtkühlleistung** erbringt. Die immer noch sehr grosse mittlere logarithmische Temperaturdifferenz von 18.62 K stellt dabei kein Problem dar, weil mit 21°C ja nur bis 1K an die geforderte Luftaustrittstemperatur von 20°C herangekühlt wird, siehe Seite 3.



In der zweiten Stufe kommt ein Wärmetauscher im Kreuz-**Gleichstrom** zum Einsatz, welcher mit 10.12 kW nur noch **3.33% an Gesamtkühlleistung** aufbringen muss. Die sehr kleine mittlere logarithmische Temperaturdifferenz von 0.44 K gewährleistet dabei **sozusagen automatisch selbstregulierend** bei einer Temperaturdifferenz von 0.05K am Austritt, dass die Luftaustrittstemperatur genau bei 20°C gehalten werden kann, siehe Seite 4.





Leistung	kW	303.792	----- sensibel:	303.792
Flächenreserve	%	1.920	latent:	0.000
Vorhandene Fläche	m2	435.450	frost:	0.000
Erforderliche Fläche	m2	427.248		
k-Wert	W/m2K	40.140		
Mittl. log. Temp. diff. (97.21 %)	K	17.714		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 13.2.2022
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

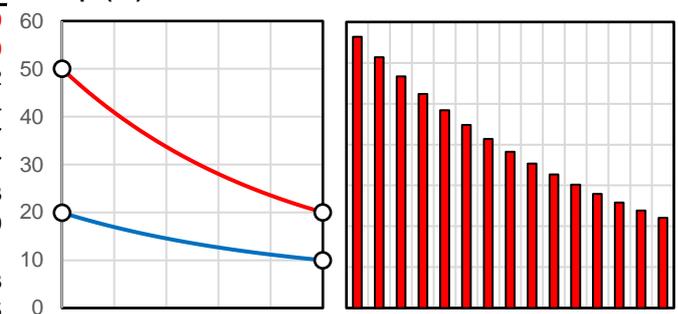
Plant
Object
Position

Feuchte Luft (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Temp.	°C	50.000	20.000	20.000
Rel. Feuchte	%	8.000	42.106	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	6.092	6.092	5.784
Dichte feucht	kg/m3	1.088	1.199	1.200
Enthalpie feucht	kJ/kg	66.148	35.585	34.805
Volumenstrom feucht	m3/h	33086.192	30014.692	30000.000
Massenstrom trocken	kg/h	35783.425	35783.425	35783.425
Kondensatmenge	kg/h		0.000	
Oberflächentemperatur	°C	25.554	11.865	
Geschwindigkeit	m/s	2.279	2.068	2.067
Druckverlust (tro. 47 Pa)	Pa		46.686	

Wasser (ff = 0.00005 m2K/W)

Temp. Eintritt	°C	10.000
Temp. Austritt	°C	19.950
Temp. Auswahl	°C	13.632
Dichte	kg/m3	999.304
Spez. Wärme	kJ/kgK	4.187
Wä.leitf.	W/mK	0.587
Viskosität	Pas	1.181E-03
Volumenstrom	m3/h	26.269
Geschwindigkeit	m/s	1.211
Reynolds	--	14962.753
Druckverlust (T/C = 5.824)	kPa	35.115

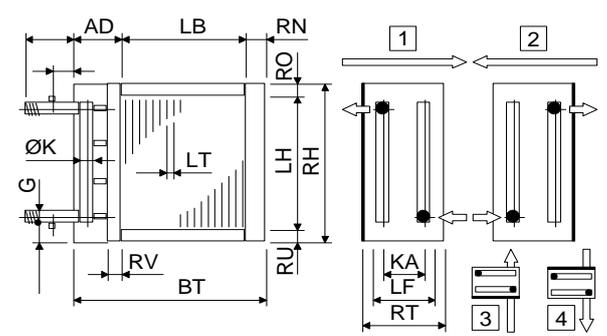
Temp. (°C)



Technische Daten

Rohre total	Stück	288
Blindrohre	Stück	0
Int.Entlü./Entle.	Stück	0
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	6
Rohrlagen in der Höhe	Stück	48
Pässe	Stück	8
Stränge (NC)	Stück	36
Inhalt	l	131
Gewicht	kg	296
Anschlüsse	G	---
Rahmenhöhe	RH	mm
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

Rohre:	Cu
Rohre:	glatt
Rohre:	versetzt
Rohre:	kreisförmig
Kollektoren:	1.29 m/s Cu
Anschlüsse:	1.29 m/s Rg7
Lamellen:	Al
Lamellen:	glatt
Kreise:	1 Standard
Rahmen:	2.0 mm V2A
Schutz:	ohne
Schutz:	---
Luftrichtung:	horizontal



Lieferfrist:	5-6 Wochen
Bindefrist:	12 Wochen
Kondit.:	netto, franko Domizil
Zahlung:	30 Tage netto
Preis netto:	EUR 4456.00



Leistung	kW	293.673	----- sensibel:	293.673
Flächenreserve	%	2.442	latent:	0.000
Vorhandene Fläche	m2	394.831	frost:	0.000
Erforderliche Fläche	m2	385.420		
k-Wert	W/m2K	40.922		
Mittl. log. Temp. diff. (97.60 %)	K	18.620		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 13.2.2022
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

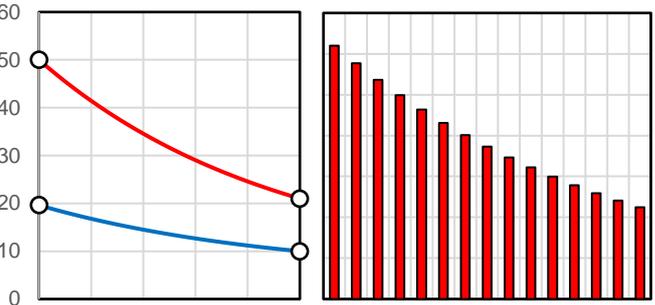
Plant
Object
Position

Feuchte Luft (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Temp.	°C	50.000	21.000	20.000
Rel. Feuchte	%	8.000	39.594	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	6.092	6.092	5.784
Dichte feucht	kg/m3	1.088	1.195	1.200
Enthalpie feucht	kJ/kg	66.148	36.603	34.805
Volumenstrom feucht	m3/h	33086.192	30117.076	30000.000
Massenstrom trocken	kg/h	35783.425	35783.425	35783.425
Kondensatmenge	kg/h		0.000	
Oberflächentemperatur	°C	24.883	11.906	
Geschwindigkeit	m/s	2.279	2.075	2.067
Druckverlust (tro. 45 Pa)	Pa		44.563	

Wasser (ff = 0.00005 m2K/W)

Temp. Eintritt	°C	10.000
Temp. Austritt	°C	19.618
Temp. Auswahl	°C	13.511
Dichte	kg/m3	999.320
Spez. Wärme	kJ/kgK	4.187
Wä.leitf.	W/mK	0.587
Viskosität	Pas	1.184E-03
Volumenstrom	m3/h	26.269
Geschwindigkeit	m/s	1.211
Reynolds	---	14913.979
Druckverlust (T/C = 5.828)	kPa	35.136

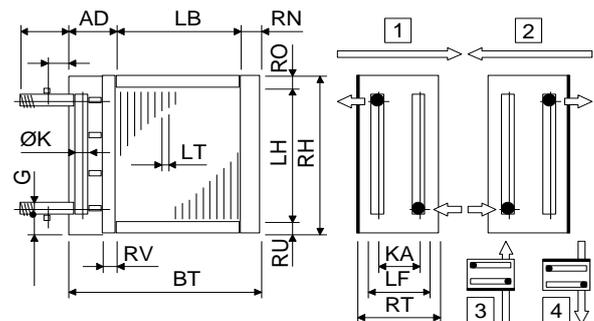
Temp. (°C)



Technische Daten

Rohre total	Stück	288
Blindrohre	Stück	0
Int.Entlü./Entle.	Stück	0
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	6
Rohrlagen in der Höhe	Stück	48
Pässe	Stück	8
Stränge (NC)	Stück	36
Inhalt	l	131
Gewicht	kg	285
Anschlüsse	G	---
Rahmenhöhe	RH	mm
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

Rohre:	Cu
Rohre:	glatt
Rohre:	versetzt
Rohre:	kreisförmig
Kollektoren:	1.29 m/s Cu
Anschlüsse:	1.29 m/s Rg7
Lamellen:	Al
Lamellen:	glatt
Kreise:	1 Standard
Rahmen:	2.0 mm V2A
Schutz:	ohne
Schutz:	---
Luftrichtung:	horizontal



Lieferfrist:	5-6 Wochen
Bindefrist:	12 Wochen
Kondit.:	netto, franko Domizil
Zahlung:	30 Tage netto
Preis netto:	EUR 4359.00





Leistung	kW	10.119	----- sensibel:	10.119
Flächenreserve	%	0.453	latent:	0.000
Vorhandene Fläche	m2	614.173	frost:	0.000
Erforderliche Fläche	m2	611.405		
k-Wert	W/m2K	37.427		
Mittl. log. Temp. diff. (66.93 %)	K	0.442		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 13.2.2022
Mit freundlichen Grüßen

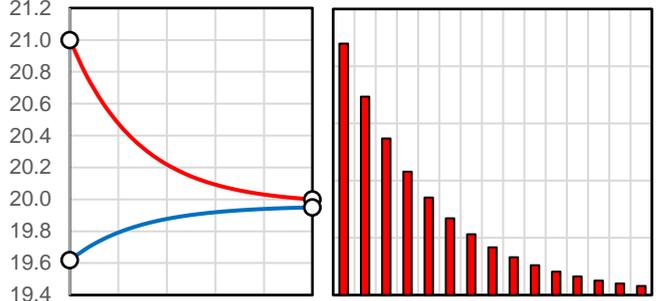
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

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	21.000	20.000	20.000
Rel. Feuchte	%	39.594	42.106	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	6.092	6.092	5.784
Dichte feucht	kg/m3	1.195	1.199	1.200
Enthalpie feucht	kJ/kg	36.603	35.585	34.805
Volumenstrom feucht	m3/h	30117.076	30014.693	30000.000
Massenstrom trocken	kg/h	35783.425	35783.425	35783.425
Kondensatmenge	kg/h		0.000	
Oberflächentemperatur	°C	19.940	19.962	
Geschwindigkeit	m/s	2.075	2.068	2.067
Druckverlust (tro. 54 Pa)	Pa		53.924	

Wasser (ff = 0.00005 m2K/W)			
Temp. Eintritt	°C	19.618	
Temp. Austritt	°C	19.950	
Temp. Auswahl	°C	19.739	
Dichte	kg/m3	998.263	
Spez. Wärme	kJ/kgK	4.181	
Wä.leitf.	W/mK	0.598	
Viskosität	Pas	1.008E-03	
Volumenstrom	m3/h	26.289	
Geschwindigkeit	m/s	1.212	
Reynolds	---	17513.570	
Druckverlust (T/C = 5.651)	kPa	34.193	

Temp. (°C)

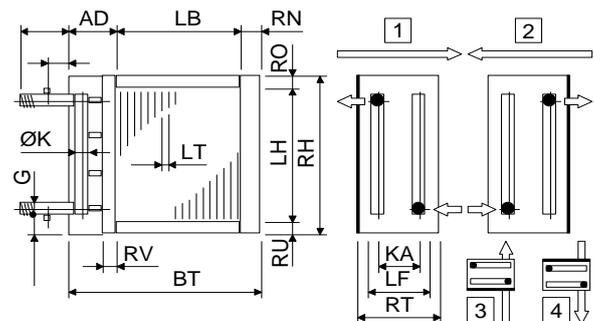


Technische Daten

Rohre total	Stück	288	
Blindrohre	Stück	0	
Int.Entlü./Entle.	Stück	0	
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	6	
Rohrlagen in der Höhe	Stück	48	
Pässe	Stück	8	
Stränge (NC)	Stück	36	
Inhalt	l	131	
Gewicht	kg	352	
Anschlüsse	G	---	3"
Rahmenhöhe	RH	mm	2000
Rahmenbreite	BT	mm	2363
Rahmentiefe	RT	mm	350
Lamellierte Höhe	LH	mm	1920
Lamellierte Breite	LB	mm	2100
Lamellierte Tiefe	LF	mm	210
Rahmen oben	RO	mm	40
Rahmen unten	RU	mm	40
Rahmen vorne	RV	mm	30
Rahmen hinten (~65mm)	RN	mm	65
Kollektor-Durchmesser	K	mm	89
Kollektorabdeckung	AD	mm	198
Kollektorabstand	KA	mm	230
Lamellenteilung	LT	mm	2.500
Lamellendicke	LD	mm	0.200
Rohrdurchmesser	DA	mm	15.400
Rohrdurchmesser	da	mm	15.400
Rohrwandstärke	S	mm	0.400
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm	40.000
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm	35.000



Rohre:	Cu
Rohre:	glatt
Rohre:	versetzt
Rohre:	kreisförmig
Kollektoren:	1.29 m/s Cu
Anschlüsse:	1.29 m/s Rg7
Lamellen:	Al
Lamellen:	glatt
Kreise:	1 Standard
Rahmen:	2.0 mm V2A
Schutz:	ohne
Schutz:	---
Luftrichtung:	horizontal

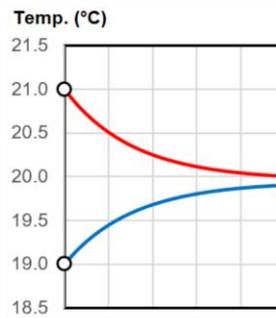
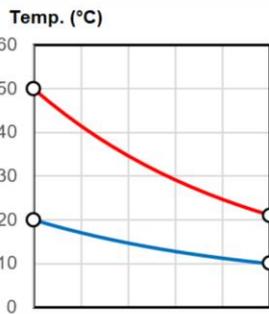


Lieferfrist:	5-6 Wochen
Bindefrist:	12 Wochen
Kondit.:	netto, franko Domizil
Zahlung:	30 Tage netto
Preis netto:	EUR 4958.00

Luft 30000 m³/h bei 20°C/40% auf Meereshöhe
Kühlung von 50.00°C/8.00% auf 20.00°C/42.11%
303.792 kW = 100.00%

293.673 kW = 96.669%

10.119 kW = 3.331%



Wasser 19.618°C
26.269 m³/h

Wasser 19.950°C
26.269 m³/h

50.00°C/8.00%

21.00°C/39.59%

20.00°C/42.11%

Wasser 19.618°C
26.269 m³/h

Wasser 10.000°C
26.269 m³/h

