



Gleichstromkühler

In der Klimatechnik werden lamellierte Wärmetauscher zu 99% im mehrfachen Kreuzgegenstrom ausgeführt und erreichen dadurch nahezu die Werte von Gegenstrom. Wenn die warme Austrittstemperatur jedoch identisch mit der kalten Austrittstemperatur ist, wird im reinen Gleichstrom die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz $\Delta t_m = 0.000$, was heisst, dass der lamellierte Wärmetauscher keine Leistung mehr erbringen kann. In der Praxis jedoch wird er eine sehr kleine Leistung erbringen, weil sich am Austritt eine sehr kleine Temperaturdifferenz y einstellen wird.

Beispiel

Temperatur warm ein = 20.000°C
 Temperatur warm aus = 18.000°C
 Temperatur kalt ein = 15.000°C
 Temperatur kalt aus = 17.999°C

Gegenstrom

$x = 20.000 - 17.999 = 2.001$
 $y = 18.000 - 15.000 = 3.000$
 $\Delta t_m = 2.467$

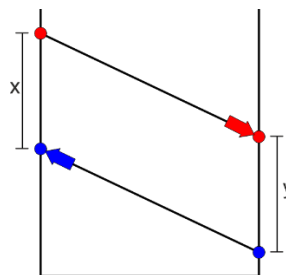
Gleichstrom

$x = 20.000 - 15.000 = 5.000$
 $y = 18.000 - 17.999 = 0.001$
 $\Delta t_m = 0.587$

warm aus = kalt aus = 18.000
 Gegenstrom = $\Delta t_m = 2.466$
 Gleichstrom $\Delta t_m = 0.000$

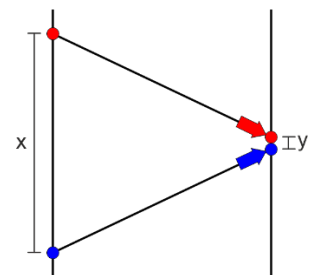
Gegenstrom

$$\Delta t_m = \frac{x-y}{\ln(x/y)}$$



Gleichstrom

$$\Delta t_m = \frac{x-y}{\ln(x/y)}$$



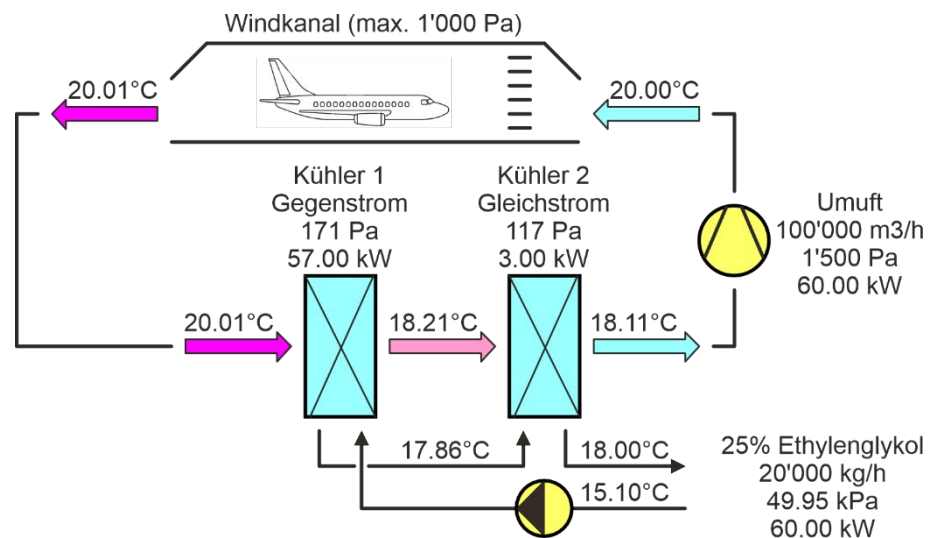
In den letzten 55 Jahren ist mir nur 1-mal so ein Spezialfall unterbreitet worden, wo ein lamellierter Wärmetauscher im Kreuzgleichstrom gefordert wurde. Es handelte sich um einen Windkanal, wo diverse Objekte wie Flugzeuge und Autos in Modellgrösse auf Strömungswiderstand getestet wurden. Zuerst war nur ein Kühler im Kreuzgegenstrom vorhanden, welcher jedoch die Luft am Eintritt in den Windkanal nicht genügend stabil halten konnte. Schwankungen während einer Messdauer von mehreren Minuten betrug daher mehr als 1K, was nicht akzeptiert wurde. Die Lösung des Problems ergab sich durch einen nachgeschalteten zweiten Kühler im Kreuzgleichstrom. Da dessen mittlere logarithmische Temperaturdifferenz automatisch gegen 0.000K tendierte, ergab sich eine äusserst stabile Temperatur bezüglich der Luft am Eintritt in den Windkanal.

Es bestand die Forderung, dass die Temperatur vor dem Eintritt in den Windkanal eine Genauigkeit von weniger als 0.1K betragen musste.

Weil jedoch der Ventilator die Luft um 1.89K aufwärmte, was einer Leistung von 60 kW entsprach, mussten 2 Kühler eingesetzt werden.

Der erste Kreuzgegenstromkühler musste 57 kW leisten, also 95%.

Der zweite Kreuzgleichstromkühler musste 3 kW leisten, also 5%.

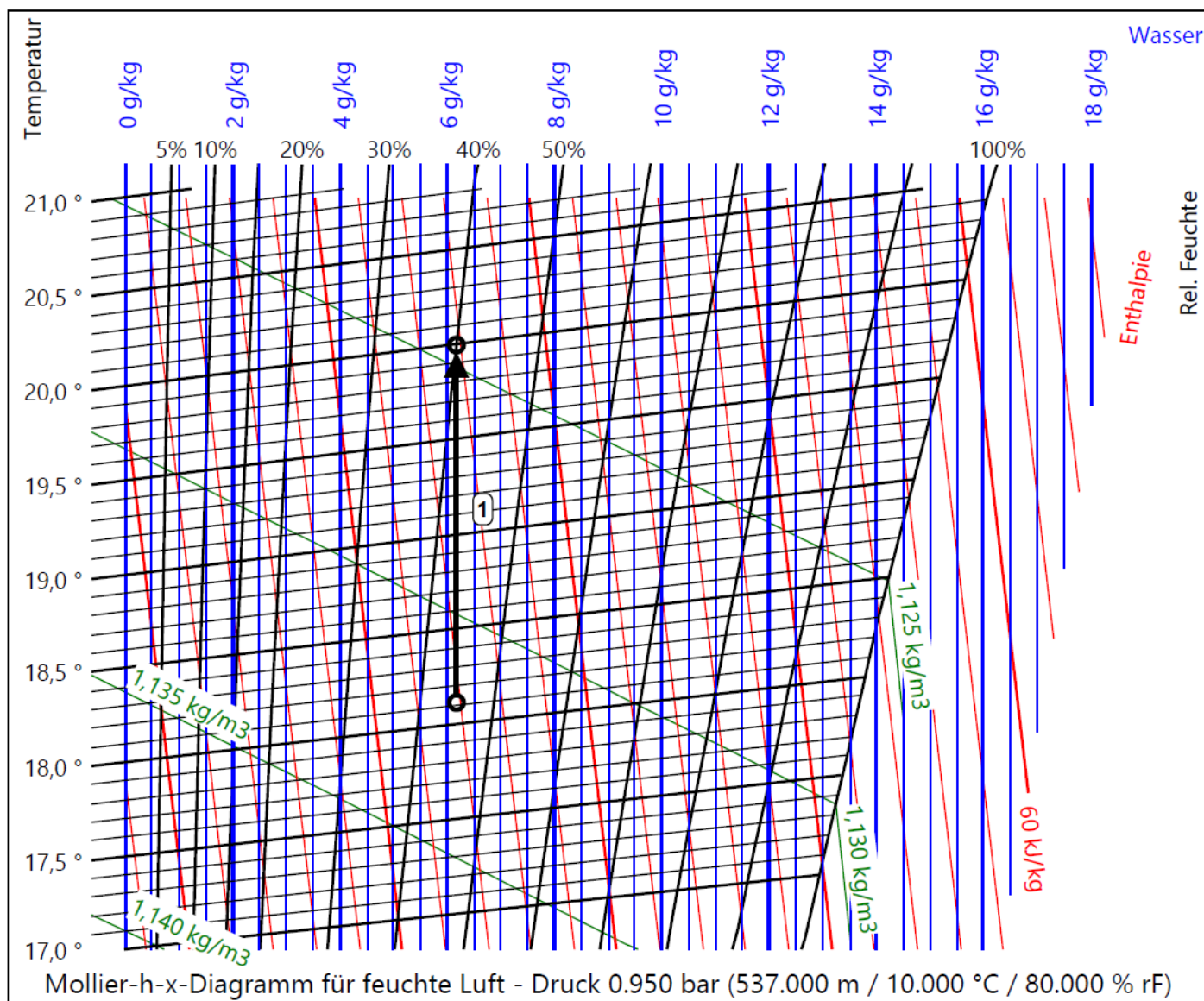


Seite 2: Lufteerwärmung durch den Ventilator, dargestellt im Mollier-HX-Diagramm

Seite 3: Kühler 1 im Kreuzgegenstrom, Leistung 57 kW, also 95%

Seite 4: Kühler 2 im Kreuzgleichstrom, Leistung 3 kW, also 5%

Die Luffterwärmung durch den Ventilator mit einem Wirkungsgrad von zirka 70% beträgt 1.886K, was einer Leistung von 60 kW entspricht und wird mit der Software AHH (Air humid Handling) im Mollier-HX-Diagramm dargestellt. Diese umfasst 15 Applikationen.



1) Ventilatoreffekt

Ventilator-Druck total	Pa	1511,550	
Ventilator-Wirkungsgrad total	%	70,000	
Ventilator-Leistung	kW	60,000	
		Luft Ein	Luft Aus
Temperatur	°C	18,114	20,000
Rel. Feuchte	%	44,980	40,000
Abs. Feuchte	g/kg	6,173	6,173
Dichte feucht	kg/m ³	1,132	1,125
Enthalpie feucht	kJ/kg	33,871	35,792
Volumenstrom feucht	m ³ /h	100000,000	100647,522
Massenstrom trocken	kg/h	112486,841	112486,841



Leistung	kW	57.000	----- sensibel:	57.000
Flächenreserve	%	0.635	latent:	0.000
Vorhandene Fläche	m2	568.679	frost:	0.000
Erforderliche Fläche	m2	565.091		
k-Wert	W/m2K	40.441		
Mittl. log. Temp. diff. (95.74 %)	K	2.494		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 17.5.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

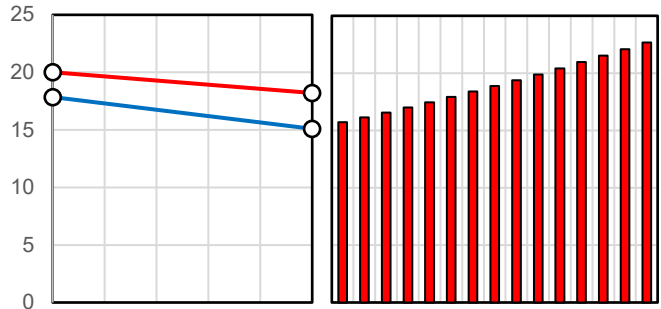
Plant
Object
Position

Feuchte Luft (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Höhe über Meer	m			537.000
Druck	hPa			949.999
Temp.	°C	20.012	18.209	20.000
Rel. Feuchte	%	39.970	44.713	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	6.171	6.171	6.171
Dichte feucht	kg/m3	1.124	1.131	1.125
Enthalpie feucht	kJ/kg	35.800	33.964	35.787
Volumenstrom feucht	m3/h	100004.193	99389.044	100000.000
Massenstrom trocken	kg/h	111763.117	111763.117	111763.117
Kondensatmenge	kg/h		0.000	
Oberflächentemperatur	°C	18.713	16.371	
Geschwindigkeit	m/s	4.961	4.930	4.960
Druckverlust (tro. 171 Pa)	Pa		170.543	

25 V% Et.glykol (ff = 0.00005 m2K/W)

Temp. Eintritt	°C	15.098
Temp. Austritt	°C	17.855
Temp. Auswahl	°C	16.104
Dichte	kg/m3	1039.005
Spez. Wärme	kJ/kgK	3.721
Wä.leitf.	W/mK	0.470
Viskosität	Pas	2.083E-03
Massenstrom	kg/h	20000.000
Volumenstrom	m3/h	19.249
Geschwindigkeit	m/s	0.968
Druckverlust (T/C = 2.928)	kPa	30.156

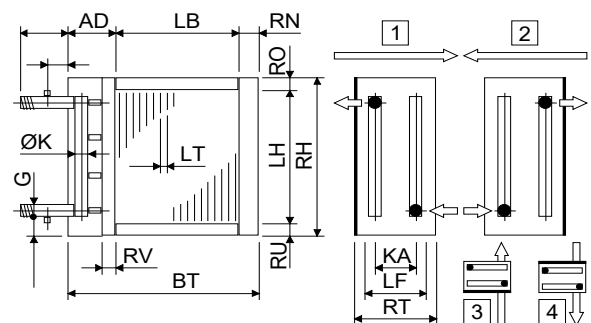
Temp. (°C)



Technische Daten

Rohre total	Stück	200
Blindrohre	Stück	2
Int.Entlü./Entle.	Stück	0
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	4
Rohrlagen in der Höhe	Stück	50
Pässe	Stück	6
Anzahl Stränge (NC)	Stück	33
Inhalt	l	116
Gewicht	kg	317
Anschlüsse	G	--- 2 1/2"
Rahmenhöhe	RH	mm 2080
Rahmenbreite	BT	mm 3027
Rahmentiefe	RT	mm 210
Lamellierte Höhe	LH	mm 2000
Lamellierte Breite	LB	mm 2800
Lamellierte Tiefe	LF	mm 140
Rahmen oben	RO	mm 40
Rahmen unten	RU	mm 40
Rahmen vorne	RV	mm 40
Rahmen hinten (~65mm)	RN	mm 65
Kollektor-Durchmesser	K	mm 76
Abdeckung (~162mm)	AD	mm 162
Kollektorabstand	KA	mm 105
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:	1.31 m/s Cu
Anschlüsse:	1.31 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 5048.00





Leistung	kW	3.000	----- sensibel:	3.000
Flächenreserve	%	1.925	latent:	0.000
Vorhandene Fläche	m2	358.811	frost:	0.000
Erforderliche Fläche	m2	352.034		
k-Wert	W/m2K	41.206		
Mittl. log. Temp. diff. (88.74 %)	K	0.207		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 17.5.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

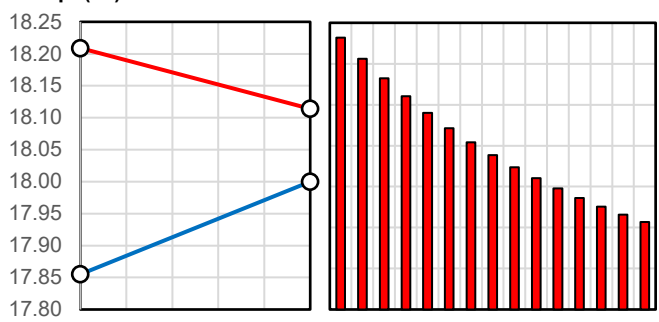
Plant
Object
Position

Feuchte Luft (ff = 0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Höhe über Meer	m			537.000
Druck	hPa			949.999
Temp.	°C	18.209	18.114	20.000
Rel. Feuchte	%	44.713	44.980	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	6.171	6.171	6.171
Dichte feucht	kg/m3	1.131	1.132	1.125
Enthalpie feucht	kJ/kg	33.964	33.867	35.787
Volumenstrom feucht	m3/h	99389.056	99356.675	100000.000
Massenstrom trocken	kg/h	111763.117	111763.117	111763.117
Kondensatmenge	kg/h		0.000	
Oberflächentemperatur	°C	17.987	18.043	
Geschwindigkeit	m/s	4.930	4.928	4.960
Druckverlust (tro. 117 Pa)	Pa		116.834	

25 V% Et.glykol (ff = 0.00005 m2K/W)

Temp. Eintritt	°C	17.855
Temp. Austritt	°C	18.000
Temp. Auswahl	°C	17.908
Dichte	kg/m3	1038.381
Spez. Wärme	kJ/kgK	3.726
Wä.leitf.	W/mK	0.472
Viskosität	Pas	1.981E-03
Massenstrom	kg/h	20000.000
Volumenstrom	m3/h	19.261
Geschwindigkeit	m/s	0.864
Druckverlust (T/C = 1.585)	kPa	19.795

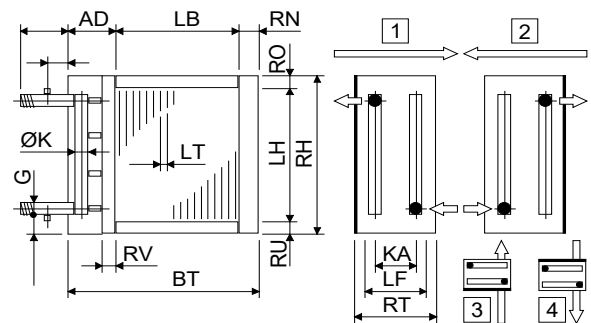
Temp. (°C)



Technische Daten

Rohre total	Stück	150
Blindrohre	Stück	2
Int.Entlü./Entle.	Stück	0
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	3
Rohrlagen in der Höhe	Stück	50
Pässe	Stück	4
Anzahl Stränge (NC)	Stück	37
Inhalt	l	92
Gewicht	kg	236
Anschlüsse	G	--- 2 1/2"
Rahmenhöhe	RH	mm 2080
Rahmenbreite	BT	mm 3027
Rahmentiefe	RT	mm 200
Lamellierte Höhe	LH	mm 2000
Lamellierte Breite	LB	mm 2800
Lamellierte Tiefe	LF	mm 105
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 76
Abdeckung (~162mm)	AD	mm 162
Kollektorabstand	KA	mm 97
Lamellenteilung	LT	mm 3.000
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:	1.31 m/s Cu
Anschlüsse:	1.31 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 3868.00

