



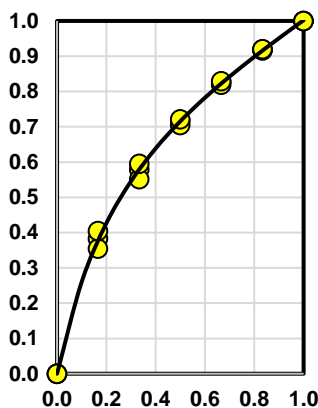
Kühler Teillastverhalten

Wenn man es genau wissen möchte, wie sich ein Kühler bezüglich Teillast verhält, kommt man nicht darum herum, Berechnungen mit dem Luftkühlerprogramm zu erstellen, welches alle Aspekte berücksichtigt, wie Geschwindigkeiten und Druckverluste der Luft und des Kühlmediums und die Geometrie des Wärmetauschers.

Wer jedoch nur mit der Software AHH (Air Humid Handling), dem Mollier-HX-Diagramm, eine annäherungsweise Berechnung vornehmen möchte, kann sich an der Kennzahl orientieren, welche jedoch bei reduzierter Luftmenge nicht konstant ist, nimmt doch die Wärmedurchgangszahl ab.

Kennwert = k-Wert x Wärmetauscher-Fläche = Leistung / Mittlere logarithmische Temperaturdifferenz

Man muss deshalb wissen, in welchem Mass der k-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) abnimmt. Im folgenden Diagramm zeigen die gelben Punkte Berechnungen mit dem Luftkühlerprogramm an und die schwarze Kurve steht für eine Annäherungsgleichung auf Polynombasis.



Luftmenge = x	k-wert = y
1.000	1.002
0.900	0.951
0.800	0.898
0.700	0.842
0.600	0.782
0.500	0.716
0.400	0.639
0.300	0.546
0.200	0.426
0.100	0.260
0.000	0.000

$$y = (a+cx)/(1+bx+dx^2)$$

a =	0.000000
b =	3.089842
c =	3.389227
d =	-0.707400

In der Software AHH (Air Humid Handling), dem Mollier-HX-Diagramm, wird für den Luftkühler und die Wärmerückgewinnung dieser Kennwert angezeigt.

Beispiel für den Luftkühler

Kennwert für Nominal-Luftmenge 10'000 m³/h = **6.367**

Kennwert für Teil-Luftmenge 5'000 m³/h = **6.367 x 0.716 = 4.559**

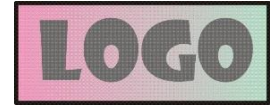
Nominal-Luftmenge

1) Kühlung der Luft - Lamellenteilung (2.5 - 3.5 mm)			
Leistung	kW	83,385	
Mittl.log.Temp.diff.	K	13,096	
Kennzahl	kW/K	6,367	
Kühlmedium Ein	°C	6,000	
Kühlmedium Aus	°C	12,000	
Temperatur	°C	Luft Ein	Luft Aus
Rel. Feuchte	%	40,000	87,705
Abs. Feuchte	g/kg	11,856	8,717
Dichte feucht	kg/m ³	1,148	1,223
Enthalpie feucht	kJ/kg	62,559	36,110
Volumenstrom feucht	m³/h	10000,000	9363,545
Massenstrom trocken	kg/h	11349,535	11349,535
Kondensatmenge	kg/h	35,631	
Oberflächentemperatur	°C	8,080	

Teil-Luftmenge

2) Kühlung der Luft - Lamellenteilung (2.5 - 3.5 mm)			
Leistung	kW	49,923	
Mittl.log.Temp.diff.	K	10,950	
Kennzahl	kW/K	4,559	
Kühlmedium Ein	°C	6,000	
Kühlmedium Aus	°C	12,000	
Temperatur	°C	Luft Ein	Luft Aus
Rel. Feuchte	%	40,000	94,668
Abs. Feuchte	g/kg	11,856	7,800
Dichte feucht	kg/m ³	1,148	1,236
Enthalpie feucht	kJ/kg	62,559	30,889
Volumenstrom feucht	m³/h	5000,000	4628,649
Massenstrom trocken	kg/h	5674,768	5674,768
Kondensatmenge	kg/h	23,020	
Oberflächentemperatur	°C	7,340	

Man muss deshalb für die Teil-Luftmenge die Luftaustrittstemperatur iterativ solange ändern, bis man den Kennwert von **4.559** erhält, also von 14.000°C auf **11.155°C**, was mit der korrekten Berechnung mit dem Luftkühlerprogramm mit 11.473°C ziemlich gut übereinstimmt, siehe Folgeseiten.



Capacity	kW	83.749	----- sensible:	58.045
Surface reserve	%	0.000	latent:	25.704
Present surface	m ²	152.629	frost:	0.000
Required surface	m ²	152.629		
k-coeff.	W/m ² K	46.527		
Average temp. diff. (90.05 %)	K	11.793		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Air humid (ff = 0.00005 m²K/W)

	Inlet	Outlet	Definition
Height over sea level	m		0.000
Pressure	hPa		1013.250
Temp.	°C	32.000	14.000
Rel. humidity	%	40.000	87.257
Abs. humidity	g/kg	11.860	8.675
Density humid	kg/m ³	1.148	1.223
Enthalpy humid	kJ/kg	62.569	36.003
Volume flow humid	m ³ /h	10000.000	9362.871
Mass flow dry	kg/h	11348.960	11348.960
Condensate flow	kg/h		36.153
Surface temperature	°C	16.823	7.929
Velocity	m/s	2.245	2.102
Pressure drop (dry 54 Pa)	Pa		60.901

Phone: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

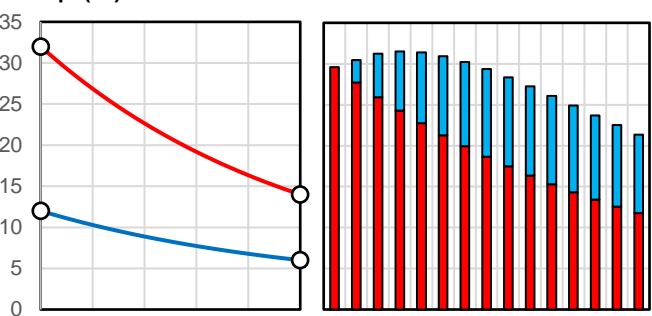
City, 2.4.2023
With the compliments of

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

Water (ff = 0.00005 m²K/W)

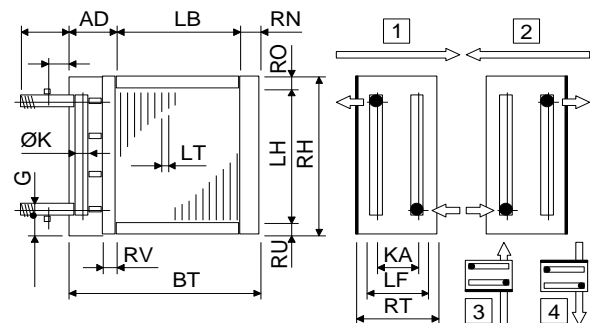
Temp. Inlet	°C	6.000
Temp. Outlet	°C	12.000
Temp. Selection	°C	8.190
Density	kg/m ³	999.850
Spec. heat	kJ/kgK	4.196
Heat cond.	W/mK	0.577
Viscosity	Pas	1.378E-03
Volume flow	m ³ /h	11.978
Velocity	m/s	1.339
Reynolds	---	15158.954
Pressure drop (T/C = 13.653)	kPa	30.539

Temp. (°C)**Technical data**

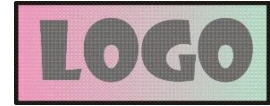
Tubes total	Piece	130
Tubes blank	Piece	0
Int. vent./drains	Piece	0
Tube rows on the depth	Piece	5
Tube rows on the height	Piece	26
Tube coupling in series	Piece	10
Number of circuits (NC)	Piece	13
Volume	l	42
Weight	kg	107
Connections	G	--- 2 1/2"
Frame height	RH	mm 1120
Frame width	BT	mm 1410
Frame depth	RT	mm 240
Finned height	LH	mm 1040
Finned width	LB	mm 1190
Finned depth	LF	mm 173
Frame on top	RO	mm 40
Frame on bottom	RU	mm 40
Frame in front	RV	mm 30
Frame on back (~69mm)	RN	mm 53
Collector-Diameter	K	mm 76
Collector covering	AD	mm 167
Collector distance	KA	mm 139
Fin spacing	LT	mm 2.500
Fin thickness	LD	mm 0.200
Tube diameter	DA	mm 16.400
Tube diameter	da	mm 16.400
Tube thickness	S	mm 0.400
Tube interval on the height	S1	mm 40.000
Tube interval on the depth	S2	mm 34.641



Tubes:	Cu
Tubes:	smooth
Tubes:	staggered
Tubes:	circular
Collectors:	0.81 m/s Cu
Connections:	0.81 m/s Rg7
Fins:	Al
Fins:	smooth
Circulations:	1 Default
Frame:	2.0 mm AISI 304
Protection:	without
Protection:	---
Air flow direction:	horizontal



Delivery:	5-6 weeks
Validity:	12 weeks
Condit.:	net, prepaid address
Payment:	30 days net
Price net:	EUR 1642.00



Capacity	kW	48.932	----- sensible:	33.050
Surface reserve	%	0.000	latent:	15.882
Present surface	m2	152.629	frost:	0.000
Required surface	m2	152.629		
k-coeff.	W/m2K	33.401		
Average temp. diff. (85.62 %)	K	9.598		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Air humid (ff = 0.00005 m2K/W)		Inlet	Outlet	Definition
Height over sea level	m			0.000
Pressure	hPa			1013.250
Temp.	°C	32.000	11.473	32.000
Rel. humidity	%	40.000	94.122	40.000
Abs. humidity	g/kg	11.860	7.924	11.860
Density humid	kg/m3	1.148	1.234	1.148
Enthalpy humid	kJ/kg	62.569	31.526	62.569
Volume flow humid	m3/h	5000.000	4634.718	5000.000
Mass flow dry	kg/h	5674.480	5674.480	5674.480
Condensate flow	kg/h		22.338	
Surface temperature	°C	17.217	7.428	
Velocity	m/s	1.123	1.041	1.123
Pressure drop (dry 19 Pa)	Pa		22.146	

Phone: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 2.4.2023
With the compliments of

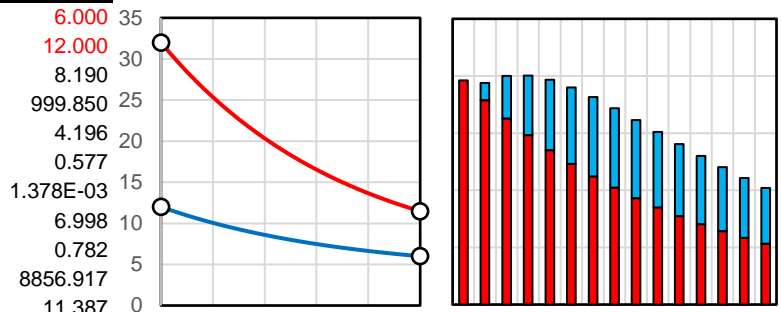
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

Water (ff = 0.00005 m2K/W)

Temp. Inlet	°C	6.000
Temp. Outlet	°C	12.000
Temp. Selection	°C	8.190
Density	kg/m3	999.850
Spec. heat	kJ/kgK	4.196
Heat cond.	W/mK	0.577
Viscosity	Pas	1.378E-03
Volume flow	m3/h	6.998
Velocity	m/s	0.782
Reynolds	---	8856.917
Pressure drop	kPa	11.387

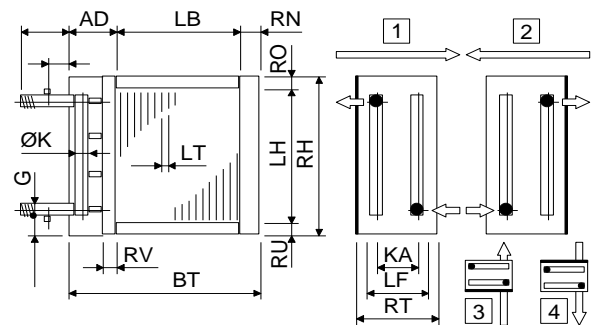
Temp. (°C)



Technical data

Tubes total	Piece	130
Tubes blank	Piece	0
Int. vent./drains	Piece	0
Tube rows on the depth	Piece	5
Tube rows on the height	Piece	26
Tube coupling in series	Piece	10
Number of circuits (NC)	Piece	13
Volume	l	42
Weight	kg	107
Connections	G	--- 2 1/2"
Frame height	RH	mm 1120
Frame width	BT	mm 1410
Frame depth	RT	mm 240
Finned height	LH	mm 1040
Finned width	LB	mm 1190
Finned depth	LF	mm 173
Frame on top	RO	mm 40
Frame on bottom	RU	mm 40
Frame in front	RV	mm 30
Frame on back (~32'000mm)	RN	mm 53
Collector-Diameter	K	mm 76
Collector covering	AD	mm 167
Collector distance	KA	mm 139
Fin spacing	LT	mm 2.500
Fin thickness	LD	mm 0.200
Tube diameter	DA	mm 16.400
Tube diameter	da	mm 16.400
Tube thickness	S	mm 0.400
Tube interval on the height	S1	mm 40.000
Tube interval on the depth	S2	mm 34.641

Tubes:	Cu
Tubes:	smooth
Tubes:	staggered
Tubes:	circular
Collectors:	0.48 m/s Cu
Connections:	0.48 m/s Rg7
Fins:	Al
Fins:	smooth
Circulations:	1 Default
Frame:	2.0 mm AISI 304
Protection:	without
Protection:	---
Air flow direction:	horizontal



Delivery: 5-6 weeks
Validity: 12 weeks
Condit.: net, prepaid address
Payment: 30 days net
Price net: EUR 1642.00