Kühlbedarf Schweiz

Internet-Recherche im 2024

In keinem Land der Welt steigt der Kühlbedarf derart wie in der Schweiz. Wie viel zusätzliche Kühlung künftig in der Schweiz nötig sein wird, haben Forschende untersucht. Fazit: Wir sind gefährlich schlecht darauf vorbereitet.

Stromkosten

Diese richten sich paradoxerweise nach der Menge, die man bezieht. Je mehr man bezieht, desto billiger bekommt man den Strom. So zahlen zum Beispiel Private und Kleinfirmen 300 CHF/MWh und Gross-Industrielle 150 CHF/MWh, also nur die Hälfte, wobei gewisse Gross-Industrielle, zum Beispiel in der Aluminium-Produktion, nur 75 CHF/MWh bezahlen müssen, also nur ein Viertel, weil sie sonst nicht überleben könnten.

Kühlkosten

Dass das Kühlen teurer als das Heizen ist, weiss man. Trotzdem gibt es Ingenieure, welche für Gross-Industrielle Anlagen wie folgt rechnen: Kühlkosten = Stromkosten / COP = 150 / 4 = 37,50 CHF/MWh, was im Hinblick auf die nötige Infrastruktur absoluter Bullshit ist.

Energiekosten

Für Grossprojekte rechnen wir mit folgenden Kosten:

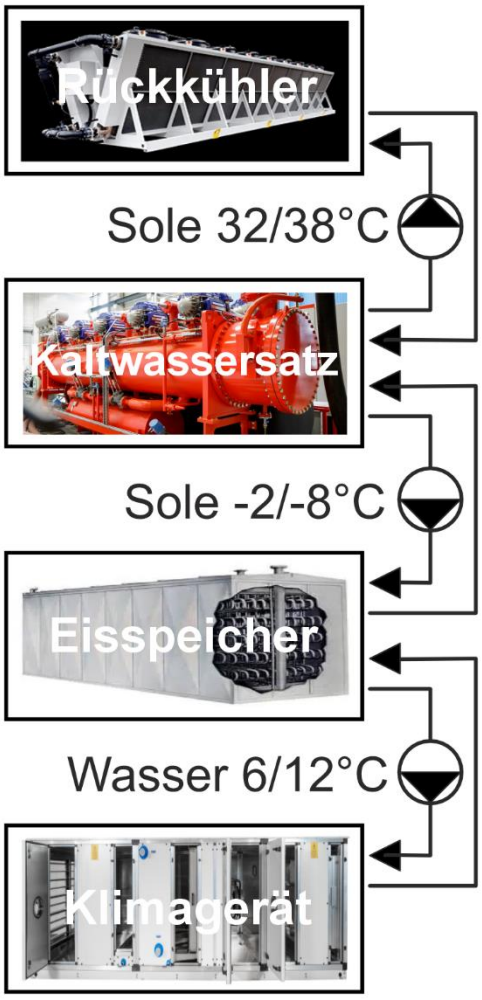
Stromkosten 150 CHF/MWh
Kühlkosten 120 CHF/MWh
Heizkosten 60 CHF/MWh

Infrastruktur

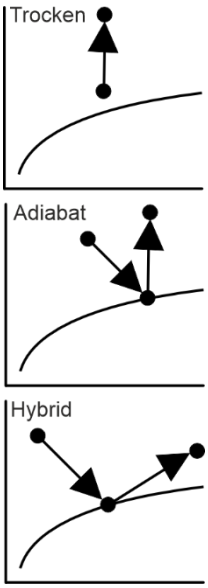
Für die Kühlung von Frischluft wird in Grossprojekten nicht nur ein Klimagerät benötigt, welches mit Kaltwasser von 6/12°C die Zuluft kühlt, sondern zur Spitzenlastabdeckung auch noch einen Eisspeicher, einen Kaltwassersatz und einen Rückkühler auf dem Dach, welcher die ungenutzte Wärme der Kältemaschine der Umgebung zumutet und somit einen elenden Beitrag an die Klimaerwärmung leistet.

Rückkühler

Wenn der Rückkühler nur trocken betrieben wird, steigt im Sommer die Kondensationstemperatur im Kaltwassersatz bis auf 60°C an und bewirkt dadurch eine Abwärme-Leistung von 170%, gemessen an der benötigten Kühlleistung. Wir empfehlen daher, in der Übergangszeit adiabat und im Sommer hybrid zu kühlen, wodurch die Abwärme-Leistung auf 140% und die Kondensationstemperatur ganzjährig auf maximal 40°C begrenzt werden kann. Das gilt auch für das sommerlich heisse Tessin, Beispiel auf den Folgeseiten.



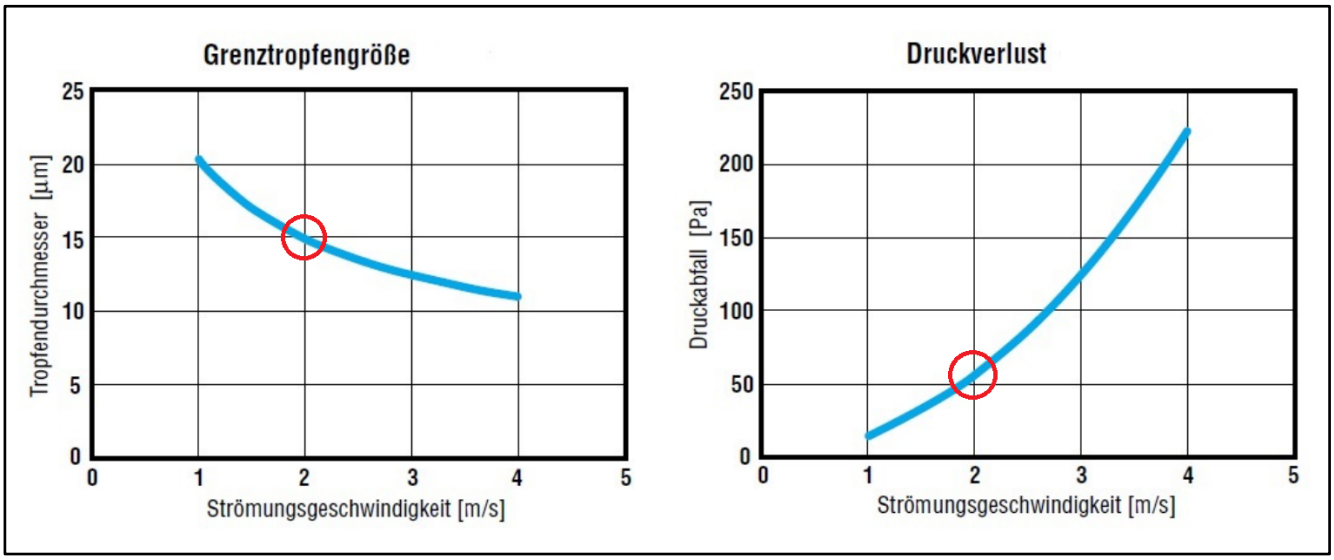
Rückkühler-Betriebsweise



Seite 3

Das Mollier-HX-Diagramm, erstellt mit der Software AHH von www.zcs.ch, zeigt den Behaglichkeitsbereich nach DIN 1946 und die meteorologischen Daten für Lugano auf, was die Bestimmung der maximal auftretenden Enthalpie für die Berechnung der maximal nötigen Kühlleistung ermöglicht, in diesem Fall bei 29°C/75% mit einer Enthalpie von 79,23 kJ/kg. Es wurde eine Luftmenge von 50000 m3/h bezüglich 20°C/40% angenommen, siehe Prozess 1. Da nicht nur gekühlt, sondern auch entfeuchtet werden muss, wird auf 10°C/100% gekühlt, was einer Leistung von 790 kW entspricht, siehe Prozess 2.

Wer nun meint, er müsse beim Tropfenabscheider sparen oder den gar weglassen, unterliegt einem nur zu häufig auftretenden fatalem Irrtum. Um das Kondensat genügend abzuscheiden, muss dieser , basierend auf www.stemar-gruppe.com, einen Druckverlust von mindestens 55 Pa bei einer Luftgeschwindigkeit von 2,0 m/s aufweisen.



Nun erfolgt eine Nacherwärmung auf 18°C/60%, was einer Leistung von 131 kW entspricht, siehe Prozess 3. Diese Nacherwärmung könnte auch mit einer dringend empfohlenen Kälterückgewinnung erfolgen, welche den Kühlbedarf erheblich reduzieren würde.

Mit all diesen Massnahmen kann eine Wärmelast von 279 kW abgedeckt werden, welche sensibel 131 kW und latent 148 kW beträgt, siehe Prozess 4.

Seite 4

Der Kältekreislauf zum Kaltwassersatz, erstellt mit der Software AHH von www.zcs.ch, zeigt am Beispiel mit dem Kältemittel R410A Werte wie die Verdampfungstemperatur von -10°C, die Kälteleistung von 790 kW, die Kondensationstemperatur von 40°C, die Kondensatorleistung von 1111 kW, den COP von 2,463 und viele andere Daten auf.

Seite 5

Die man für die anfallende Kondensatorleistung von 1111 kW leider keine Verwendung hat, muss diese mit einem Rückkühler auf dem Dach der Umgebung angelastet werden und trägt auf diese Weise zur globalen Klimaerwärmung bei. Der Rückkühler wurde mit Trocken-, Sensibel- und Hybrid-Betrieb mit der Software für Rückkühler mit Containerabmessungen von www.zcs.ch berechnet.

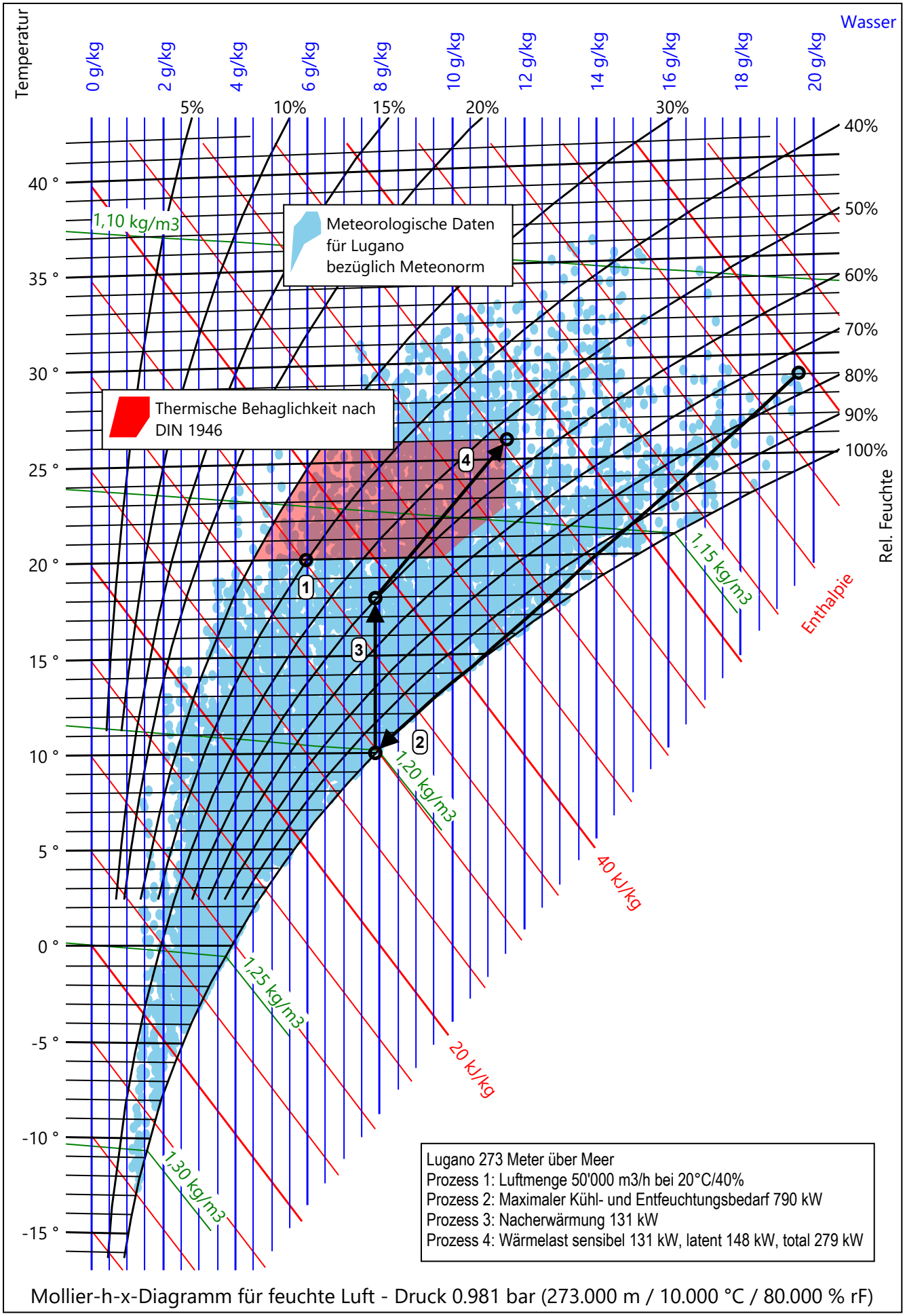
Seite 6: Rückkühler mit 2 lamellierten Wärmetauschern im Hybrid-Betrieb.

Seite 7: Rückkühler mit 2 lamellierten Wärmetauschern im Trocken-Betrieb unterhalb 18°C.

Seite 8: Rückkühler Wirtschaftlichkeit.

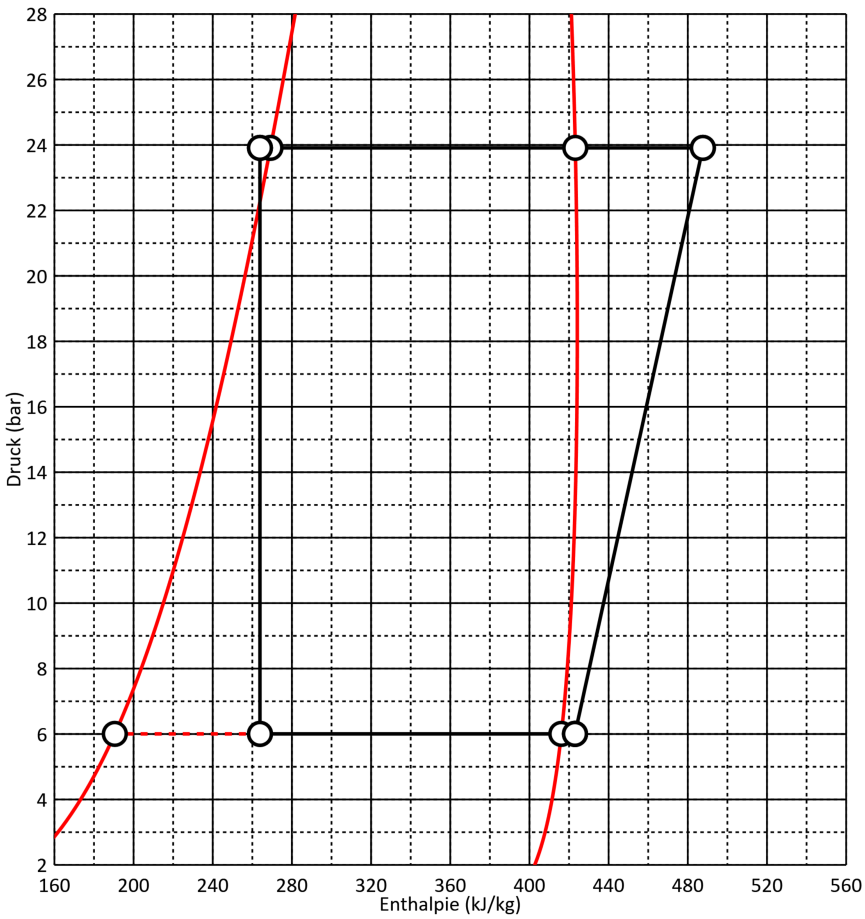
Seite 9

Ein Rückkühler im Vergleich zu einem Nasskühlturm amortisiert sich innerhalb von weniger als 1 Jahr, weil der Wasserbedarf von Nasskühltürmen nicht verantwortungsvoll hoch und in urbanen Regionen aus Gründen der Wasserknappheit sowieso mehrheitlich verboten ist.



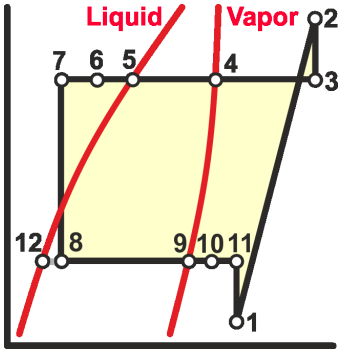
Mollier-h-x-Diagramm für feuchte Luft - Druck 0.981 bar (273.000 m / 10.000 °C / 80.000 % rF)

Kältemittel **R410A**



Beschreibung

1=Kältekompressor
2=Kältekompressor
3=Heissgas Kondensator
4=Kondensation'' (Vapor)
5=Kondensation' (Liquid)
6=Unterkühlung Kondensator
7=Unterkühlung zusätzlich
8=Verdampfer Einspritzpunkt
9=Verdampfer'' (Vapor)
10=Überhitzung Verdampfer
11=Überhitzung zusätzlich
12=Verdampfer' (Liquid)



$$T^n p^{(1-n)} = const$$

$$x = \frac{n}{1-n} = \frac{ln(p_2/p_1)}{ln(T_1/T_2)}$$

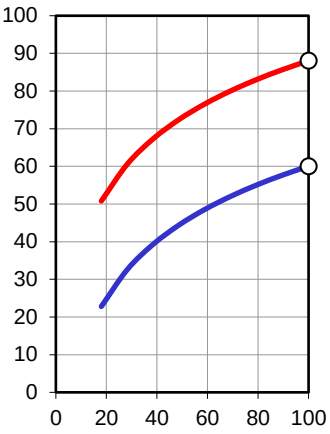
$$n = \frac{x}{1+x}$$

Kältekompressor	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	(n)	
1=Kältekompressor	5.726	-3.000	425.094				
2=Kältekompressor	24.187	90.508	491.861				
Differenz			66.766	320.754	17294.877		
Polytropenexponent (n)						1.260	
Kondensator	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	
3=Heissgas Kondensator	24.187	90.508	491.861				
4=Kondensation'' (Vapor)	24.187	40.000	425.269				
5=Kondensation' (Liquid)	24.187	39.882	266.122				
6=Unterkühlung	24.187	37.000	260.653				
Differenz			231.208	1110.754	17294.877	3.463	
Unterkühlung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
6=Unterkühlung	24.187	37.000	260.653				
7=Unterkühlung zusätzlich	24.187	37.000	260.653				
Differenz			0.000	0.000	17294.877		
Verdampfer	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	Flashgas
12=Verdampfer' (Liquid)	5.726	-10.097	184.881				
8=Verdampfer	5.726	-10.065	260.653				0.325
9=Verdampfer'' (Vapor)	5.726	-10.000	417.972				
10=Verdampfer Überhitzung	5.726	-3.000	425.094				
Differenz			164.442	790.000	17294.877	2.463	
Überhitzung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
10=Überhitzung Verdampfer	5.726	-3.000	425.094				
11=Überhitzung zusätzlich	5.726	-3.000	425.094				
Differenz			0.000	0.000	17294.877		
Druckverlust	bar	°C	kJ/kg				
2-3=Druckverlust	0.000						
11-1=Druckverlust	0.000						

Anschlüsse	p	V̇	c max	di min	di eff	da eff	Ø eff
----	kg/m³	m³/h	m/s	m	mm	mm	---
Kondensation'' (Vapor)	103.099	167.751	4.903	0.110	131.700	139.700	NW 125"
Kondensation' (Liquid)	975.977	17.721	0.754	0.091	103.000	108.000	4"
Verdampfer' (Liquid)	1209.042	14.305	0.514	0.099	103.000	108.000	4"
Verdampfer'' (Vapor)	21.933	788.549	9.256	0.174	206.500	219.100	NW 200"

Hybrid-Rück-Kühler V-2x8 - Offert Nr.		xxxxxxxxxx
Firma		xxxxxxxxxx
Branche		xxxxxxxxxx
Strasse		xxxxxxxxxx
Land/PLZ/Ort		xxxxxxxxxx
Anlage		Lugano
Projekt		xxxxxxxxxx
Sachbearbeiter		xxxxxxxxxx
Höhe	m	273.000
Druck	hPa	980.778
Leistung	**kW**	**1111.000**
Vorhandene Fläche	m2	3917.102
Schallleistung	dB(A)	88.041
Peripherie	m	10.000
Schalldruck	dB(A)	60.041
Volumenstrom feucht	m3/h	223864.671
Definition: Temp.	°C	20.000
Definition: Rel. Feuchte	%	40.000
Ventilator	**Stück**	**16.000**
Volumenstrom	m3/h	223864.671
Wärmeaustauscher	%	95.000
Gehäuse	%	5.000
Wärmeaustauscher	Pa	48.830
Gehäuse	Pa	2.570
Länge	mm	10409.000
Breite	mm	2300.000
Höhe	mm	2250.000
Leergewicht	kg	4777.000
Inhalt	kg	960.000
Gewicht total	kg	5737.000
Ventilator: Ziehl-Abegg	**Typ**	**FE80-AD.6K.V7.Δ**
Durchmesser	mm	800.000
Drehzahl	U/min	650.000
Schallleistung	dB(A)	76.000
Leistung (~400V-1.93A-50Hz)	W	845.000
Volumenstrom	m3/h	13991.542
Statische Pressung	Pa	51.400
30 V% Et.glykol	**m3/h**	**173.956**
Temp. ein	°C	38.000
Temp. aus	°C	32.000
Druckverlust	kPa	34.465
Anschlüsse //	mm	4 x 4"

Schallleistung (dB(A))
Schalldruck (dB(A))



Stetige Regulierung
Drehzahl (%)

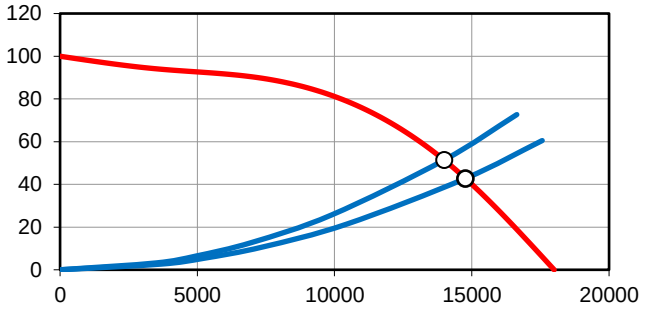
Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 10.04.2024
Mit freundlichen Grüssen
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

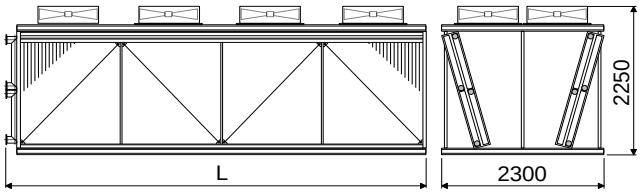
Statische Pressung (Pa)
Druckverlust (Pa)

Software by www.zcs.ch



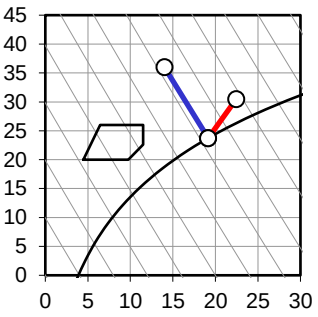
1 Ventilator: Volumenstrom (m3/h)

Container: 2340 x 2292 x 5895 (20") x 12029 (40")



Wasserbedarf total: 92.98 % weniger als ein offener Kühlturm !

Luft		Eintritt	---	Austritt
Temp.	°C	36.000	23.733	30.488
Rel. Feuchte	%	36.465	100.000	78.543
Abs. Feuchte	g/kg	14.000	19.150	22.450
Dichte feucht	kg/m3	1.096	1.138	1.110
Enthalpie feucht	kJ/kg	72.179	72.610	88.089
Massenstrom trocken	kg/h	258384.576	258384.576	258384.576
Volumenstrom feucht	m3/h	239097.540	231469.213	237953.822
Befeuchtung	°C		20.000	
Befeuchtung	m3/h		2.183	
Befeuchtung (Max.)	m3/h		2.368	



Bezeichnung	Stück	Bemerkungen	Gewicht	CHF
Wärmeaustauscher	2	Typ 40/35/15-6R-44T-10000A-3.5PA-132C	2252	42340.00
Pumpe 2.605 m3/h	1	Befeuchtung 2.368 - Abwasser 0.237 m3/h	231	17650.00
Venti., Motor à 845.00 W	16	Ziehl-Abegg, FE80-AD.6K.V7.Δ	736	8220.00
Bauform	1	Verzinkt	1458	21770.00
Stetige Regulierung	1	Grundausbau, Steuerung	100	13500.00
Lieferfrist		9-10 Wochen	Total	4777	103480.00
Bindefrist		12 Wochen	Rabatt 5.00 %		5174.00
Konditionen		netto, franko Domizil			
Zahlung		30 Tage netto	**Preis netto:**	**CHF**	**98306.00**

Typ 40/35/15-6R-44T-10000A-3.5PA-132C

Leistung	kW	555.500	------ sensibel:	252.718
Flächenreserve	%	2.063	latent:	302.782
Vorhandene Fläche	m2	1958.551		
Erforderliche Fläche	m2	1918.965		
k-Wert	W/m2K	37.679	---------- ffi:	5.000E-05
Mittl. log. Temp. diff. (97.45 %)	K	7.683	ffa:	5.000E-05

LOGO

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

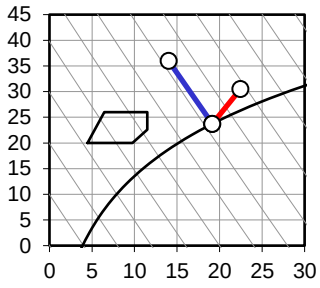
City, 10.04.2024
Mit freundlichen Grüssen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Software by www.zcs.ch

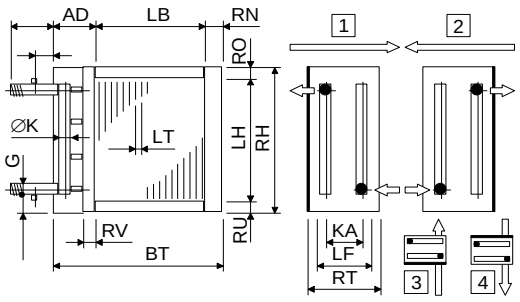
Feuchte Luft		Eintritt	Austritt	Definition
Höhe über Meer	m			273.000
Druck	hPa			980.778
Temperatur (36.000)	°C	23.733	30.488	20.000
Rel. Feuchte (36.465)	%	100.000	78.543	40.000
Abs. Feuchte (14.000)	g/kg	19.150	22.450	
Dichte feucht	kg/m3	1.138	1.110	
Enthalpie feucht	kJ/kg	72.610	88.089	
Volumenstrom feucht	m3/h	115734.606	118976.911	111932.336
Massenstrom trocken	kg/h	129192.288	129192.288	
Geschwindigkeit	m/s	1.827	1.878	
Druckverlust (tro. 38 Pa)	Pa		48.824	
Befeuchtung	°C	20.000		
Befeuchtung	m3/h		2.183	

30 V% Et.glykol		Eintritt	Austritt	Mittelwert
Temp.	°C	38.000	32.000	35.000
Dichte	kg/m3			1039.081
Spez. Wärme	kJ/kgK			3.688
Wä.leitf.	W/mK			0.469
Viskosität	Pas			1.503E-03
Volumenstrom	m3/h			86.978
Geschwindigkeit	m/s			1.093
Druckverlust	kPa			34.465



Technische Daten

Rohre total		Stück	264	Rohre:	glatt	Cu
Blindrohre		Stück	0		versetzt	
Interne Entlüftungen		Stück	0	Kollektoren:	1.45 m/s	Cu
Interne Entleerungen		Stück	0	Anschlüsse:	1.45 m/s	Rg7
Rohrreihen in der Tiefe		Stück	6	Lamellen:	gerippt	AlMg3
Rohrlagen in der Höhe		Stück	44	Rahmen:	2.00 mm	V2A
Pässe		Stück	2	Kreise:	2	Parallel
Stränge (NC)		Stück	132	Schutz:		ohne
Inhalt		l	480			---
Gewicht		kg	1126			
Anschlüsse	G	---	4"	Luftrichtung:		horizontal
Rahmenhöhe	RH	mm	1840	Besonderes:		Bodenblech gelocht
Rahmenbreite	BT	mm	10259			für optimalen Kondensatablauf
Rahmentiefe	RT	mm	310			
Lamellierte Höhe	LH	mm	1760			
Lamellierte Breite	LB	mm	10000			
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	108			
Kollektorabdeckung	AD	mm	194			
Kollektorabstand	KA	mm	175			
Lamellenteilung	LT	mm	3.500			
Lamellendicke	LD	mm	0.200	Lieferfrist:		9-10 Wochen
Rohrdurchmesser	DA	mm	15.400	Bindefrist:		12 Wochen
Rohrwandstärke	S	mm	0.400	Kondit.:		netto, franko Domizil
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm	40.000	Zahlung:		30 Tage netto
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm	35.000	**Preis netto:**		**CHF 21170.00**



Typ 40/35/15-6R-44T-10000A-3.5PA-132C

Leistung	kW	555.500			
Flächenreserve	%	0.000			
Vorhandene Fläche	m2	1958.551			
Erforderliche Fläche	m2	1958.550			
k-Wert	W/m2K	32.899	---------- ffi:	5.000E-05	
Mittl. log. Temp. diff. (95.71 %)	K	8.621	ffa:	5.000E-05	

LOGO

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Feuchte Luft		Eintritt	Austritt	Definition
Höhe über Meer	m			273.000
Druck	hPa			980.778
Temp.	°C	18.274	32.482	20.000
Rel. Feuchte	%	100.000	43.046	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	13.585	13.585	
Dichte feucht	kg/m3	1.163	1.109	
Enthalpie feucht	kJ/kg	52.818	67.482	
Volumenstrom feucht	m3/h	118884.294	124679.991	118157.452
Massenstrom trocken	kg/h	136377.317	136377.317	
Geschwindigkeit	m/s	1.876	1.968	
Druckverlust	Pa		40.649	

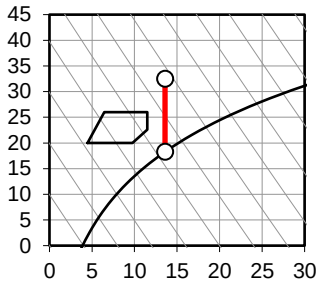
Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 10.04.2024
Mit freundlichen Grüssen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

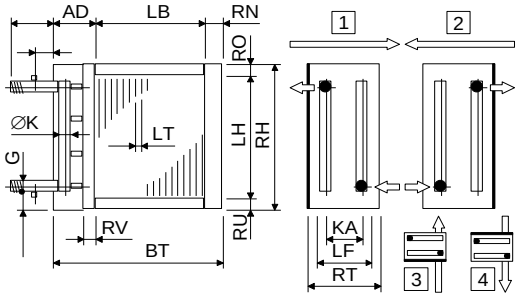
Software by www.zcs.ch

30 V% Et.glykol		Eintritt	Austritt	Mittelwert
Temp.	°C	38.000	32.000	35.000
Dichte	kg/m3			1039.081
Spez. Wärme	kJ/kgK			3.688
Wä.leitf.	W/mK			0.469
Viskosität	Pas			1.503E-03
Volumenstrom	m3/h			86.978
Geschwindigkeit	m/s			1.093
Druckverlust	kPa			34.465



Technische Daten

Rohre total		Stück	264	Rohre:	glatt	Cu
Blindrohre		Stück	0		versetzt	
Interne Entlüftungen		Stück	0	Kollektoren:	1.45 m/s	Cu
Interne Entleerungen		Stück	0	Anschlüsse:	1.45 m/s	Rg7
Rohrreihen in der Tiefe		Stück	6	Lamellen:	gerippt	AlMg3
Rohrlagen in der Höhe		Stück	44	Rahmen:	2.00 mm	V2A
Pässe		Stück	2	Kreise:	2	Parallel
Stränge (NC)		Stück	132	Schutz:		ohne
Inhalt		l	480			---
Gewicht		kg	1126			
Anschlüsse	G	---	4"	Luftrichtung:		horizontal
Rahmenhöhe	RH	mm	1840	Besonderes:		Bodenblech gelocht
Rahmenbreite	BT	mm	10259			für optimalen Kondensatablauf
Rahmentiefe	RT	mm	310			
Lamellierte Höhe	LH	mm	1760			
Lamellierte Breite	LB	mm	10000			
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	108			
Kollektorabdeckung	AD	mm	194			
Kollektorabstand	KA	mm	175			
Lamellenteilung	LT	mm	3.500			
Lamellendicke	LD	mm	0.200	Lieferfrist:		9-10 Wochen
Rohrdurchmesser	DA	mm	15.400	Bindefrist:		12 Wochen
Rohrwandstärke	S	mm	0.400	Kondit.:		netto, franko Domizil
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm	40.000	Zahlung:		30 Tage netto
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm	35.000	**Preis netto:**		**CHF 21170.00**



Wirtschaftlichkeit

Wasserbedarf total: 92.98 % weniger als ein offener Kühlturm !

				Jahr: 8760 Stunden				
Standort			Wasser	Tag	Nacht	Temp.	Tag	Nacht
Lugano (273 müm)			kg/h	t/a	t/a	°C	h	h
			0.0	0.0	0.0	40.5	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	39.5	0.0	0.0
Leistung	kW	1111.00	0.0	0.0	0.0	38.5	0.0	0.0
			2368.2	4.7	0.0	37.5	2.0	0.0
30 V% Et.glykol	h	8760.00	2245.1	9.0	0.0	36.5	4.0	0.0
Temp. ein	°C	38.00	2121.9	10.1	1.6	35.5	4.8	0.8
Temp. aus	°C	32.00	1998.7	11.0	3.0	34.5	5.5	1.5
Volumenstrom	m3/h	173.96	1875.5	23.4	4.2	33.5	12.5	2.3
Massenstrom	kg/h	90376.89	1752.3	34.2	5.3	32.5	19.5	3.0
Druckverlust	kPa	34.46	1629.2	59.9	9.4	31.5	36.8	5.8
Ext. Druckverlust	kPa	50.00	1506.0	81.3	12.8	30.5	54.0	8.5
Druckverlust total	kPa	84.46	1382.8	95.4	19.4	29.5	69.0	14.0
Pumpe-Wirk. grad	%	80.00	1259.6	105.8	24.6	28.5	84.0	19.5
Leistung Pumpe	kW	5.10	1136.5	123.0	33.0	27.5	108.3	29.0
Energiekosten	CHF	6703.74	1013.3	134.3	39.0	26.5	132.5	38.5
			890.1	125.1	50.5	25.5	140.5	56.8
Nass-Betrieb (31.89%)	h	2793.25	766.9	113.9	57.5	24.5	148.5	75.0
Temp.	°C	36.00	643.7	94.8	60.7	23.5	147.3	94.3
Rel. Feuchte	%	36.47	520.6	76.0	59.1	22.5	146.0	113.5
Abs. Feuchte	g/kg	14.00	397.4	58.5	50.7	21.5	147.3	127.5
Feuchte Luft (20°/40%)	m3/h	223864.67	274.2	40.7	38.8	20.5	148.5	141.5
Massenstrom trocken	kg/h	258384.58	151.0	24.0	23.4	19.5	159.0	154.8
Druckverlust	Pa	48.83	27.8	4.7	4.7	18.5	169.5	168.0
Gehäuse	Pa	2.57	0.0	0.0	0.0	17.5	166.5	175.0
Ext. Druckverlust	Pa	0.00	0.0	0.0	0.0	16.5	163.5	182.0
Druckverlust total	Pa	51.40	0.0	0.0	0.0	15.5	158.3	187.5
Ventilator-Wirk. grad	%	23.64	0.0	0.0	0.0	14.5	153.0	193.0
Leistung Ventilator	kW	13.52	0.0	0.0	0.0	13.5	159.8	183.8
Energiekosten	CHF	5664.71	0.0	0.0	0.0	12.5	166.5	174.5
			0.0	0.0	0.0	11.5	168.5	172.8
Befeuchter (31.89%)	h	2793.25	0.0	0.0	0.0	10.5	170.5	171.0
Temp.	°C	20.00	0.0	0.0	0.0	9.5	153.3	168.5
Befeuchtung	kg/h	2183.46	0.0	0.0	0.0	8.5	136.0	166.0
Befeuchtung (Max.)	kg/h	2368.23	0.0	0.0	0.0	7.5	128.0	163.5
Druckverlust	kPa	200.00	0.0	0.0	0.0	6.5	120.0	161.0
Pumpe-Wirk. grad	%	80.00	0.0	0.0	0.0	5.5	111.3	149.5
Leistung Pumpe	kW	0.18	0.0	0.0	0.0	4.5	102.5	138.0
Energiekosten	CHF	75.80	0.0	0.0	0.0	3.5	104.0	155.0
Tag + 10% Abwasser	t/a	1352.79	0.0	0.0	0.0	2.5	105.5	172.0
Nacht + 10% Abwasser	t/a	547.17	0.0	0.0	0.0	1.5	91.3	162.5
Total + 10% Abwasser	t/a	1899.96	0.0	0.0	0.0	0.5	77.0	153.0
Wasser	CHF	9499.79	0.0	0.0	0.0	-0.5	63.8	109.0
			0.0	0.0	0.0	-1.5	50.5	65.0
trocken-Betrieb (68.11%)	h	5966.75	0.0	0.0	0.0	-2.5	33.3	45.5
Temp.	°C	18.27	0.0	0.0	0.0	-3.5	16.0	26.0
Rel. Feuchte	%	100.00	0.0	0.0	0.0	-4.5	11.3	18.0
Abs. Feuchte	g/kg	13.59	0.0	0.0	0.0	-5.5	6.5	10.0
Feuchte Luft (20°/40%)	m3/h	237768.59	0.0	0.0	0.0	-6.5	7.0	6.3
Massenstrom trocken	kg/h	272754.63	0.0	0.0	0.0	-7.5	7.5	2.5
Druckverlust	Pa	40.65	0.0	0.0	0.0	-8.5	4.8	3.3
Gehäuse	Pa	2.57	0.0	0.0	0.0	-9.5	2.0	4.0
Ext. Druckverlust	Pa	0.00	0.0	0.0	0.0	-10.5	1.5	3.5
Druckverlust total	Pa	43.22	0.0	0.0	0.0	-11.5	1.0	3.0
Ventilator-Wirk. grad	%	23.64	0.0	0.0	0.0	-12.5	0.5	1.5
Leistung Ventilator	kW	13.52	0.0	0.0	0.0	-13.5	0.0	0.0
Energiekosten	CHF	12100.57	0.0	0.0	0.0	-14.5	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	-15.5	0.0	0.0
Betrieb - Energiekosten			0.0	0.0	0.0	-16.5	0.0	0.0
Tages-Stunden (100.00%)	h/a	4380.00	0.0	0.0	0.0	-17.5	0.0	0.0
Nacht-Stunden (100.00%)	h/a	4380.00	0.0	0.0	0.0	-18.5	0.0	0.0
Elektroenergie (MWh)	CHF	150.00	0.0	0.0	0.0	-19.5	0.0	0.0
Wasser (t)	CHF	5.00	0.0	0.0	0.0	-20.5	0.0	0.0
Nutzungsdauer	Jahre	15.00	0.0	0.0	0.0	-21.5	0.0	0.0
Unterhaltskosten	%	5.00	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0
Kapitalzins	%	1.00	0.0	0.0	0.0	-23.5	0.0	0.0
Energieteuerung	%	1.00	0.0	0.0	0.0	-24.5	0.0	0.0
Inflation	%	1.00	0.0	0.0	0.0	-25.5	0.0	0.0
Investitionskosten	CHF	98306.00	0.0	0.0	0.0	-26.5	0.0	0.0
Wasser + Energiekosten	CHF	34044.61	0.0	0.0	0.0	-27.5	0.0	0.0
Unterhaltskosten	CHF	4915.30	0.0	0.0	0.0	-28.5	0.0	0.0
Betriebskosten	CHF	38959.91	0.0	0.0	0.0	-29.5	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	-30.5	0.0	0.0
Kapitalkosten	**CHF**	**60310.82**	2368.2	1229.8	497.4		4380.0	4380.0

LOGO

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

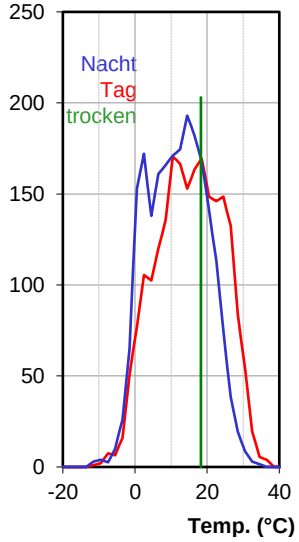
Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 10.04.2024
Mit freundlichen Grüssen

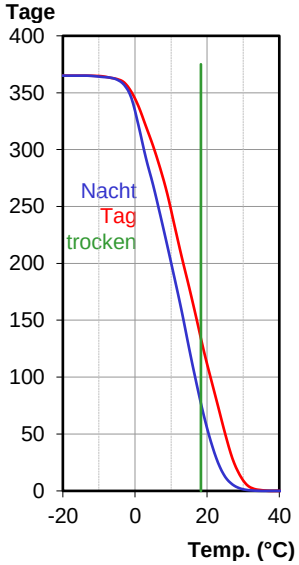
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Software by www.zcs.ch

Stunden



Tage



Wirtschaftlichkeit

Kapitalzins	%	1.00
Energieteuerung	%	3.00
Inflation	%	1.00
Unterhaltskosten	%	5.00

Investitionskosten

Open cooling tower	CHF	44000.00
Hybrid-Rück-Kühler	CHF	98306.00
Mehrkosten	CHF	54306.00

Betriebskosten

Unterhaltskosten (+)	CHF	2715.30
Energiekosten: Open cooling tower (-)	CHF	143000.00
Energiekosten: Hybrid-Rück-Kühler (+)	CHF	34044.61
Energiekosten: - 76.2 %	CHF	**108955.39**

Amortisation

BEP (Break even point)	Jahre	**0.96**

LOGO

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

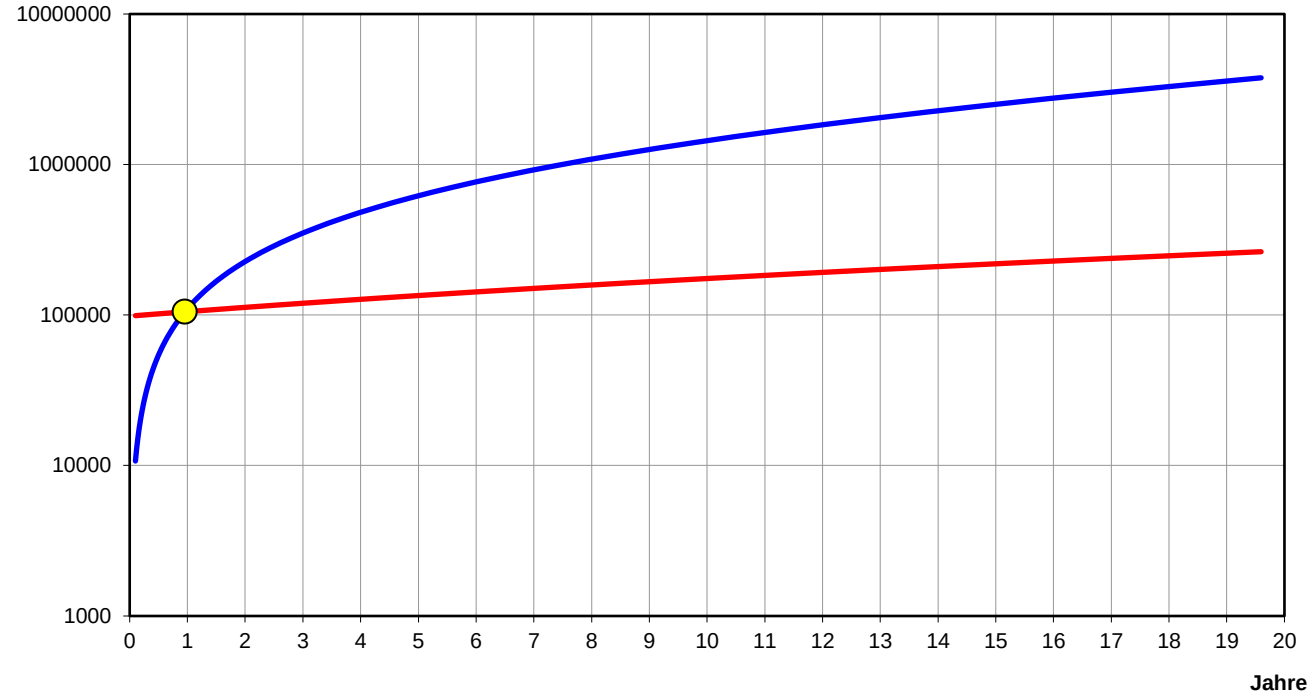
Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 10.04.2024
Mit freundlichen Grüssen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

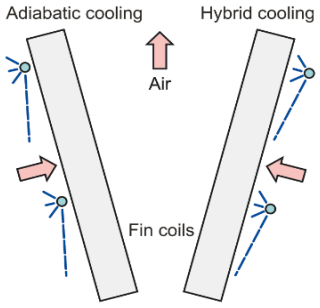
Einnahmen (CHF) - Ausgaben (CHF)

Software by www.zcs.ch



Befeuchter - Frischwasser

Druck 2 bis 16 bar
pH 6 bis 8
Härte < 3 °fH
Chloride < 20 mg/l
Leitwert < 800 µS/cm

Inhibitoren gegen Korrosion und anorg. Ablagerungen
Biozid gegen Mikroorganismen und Algenwachstum
Absalzautomantik mit Schreiber für Leitwertmessung

Hybrid-Rück-Kühler