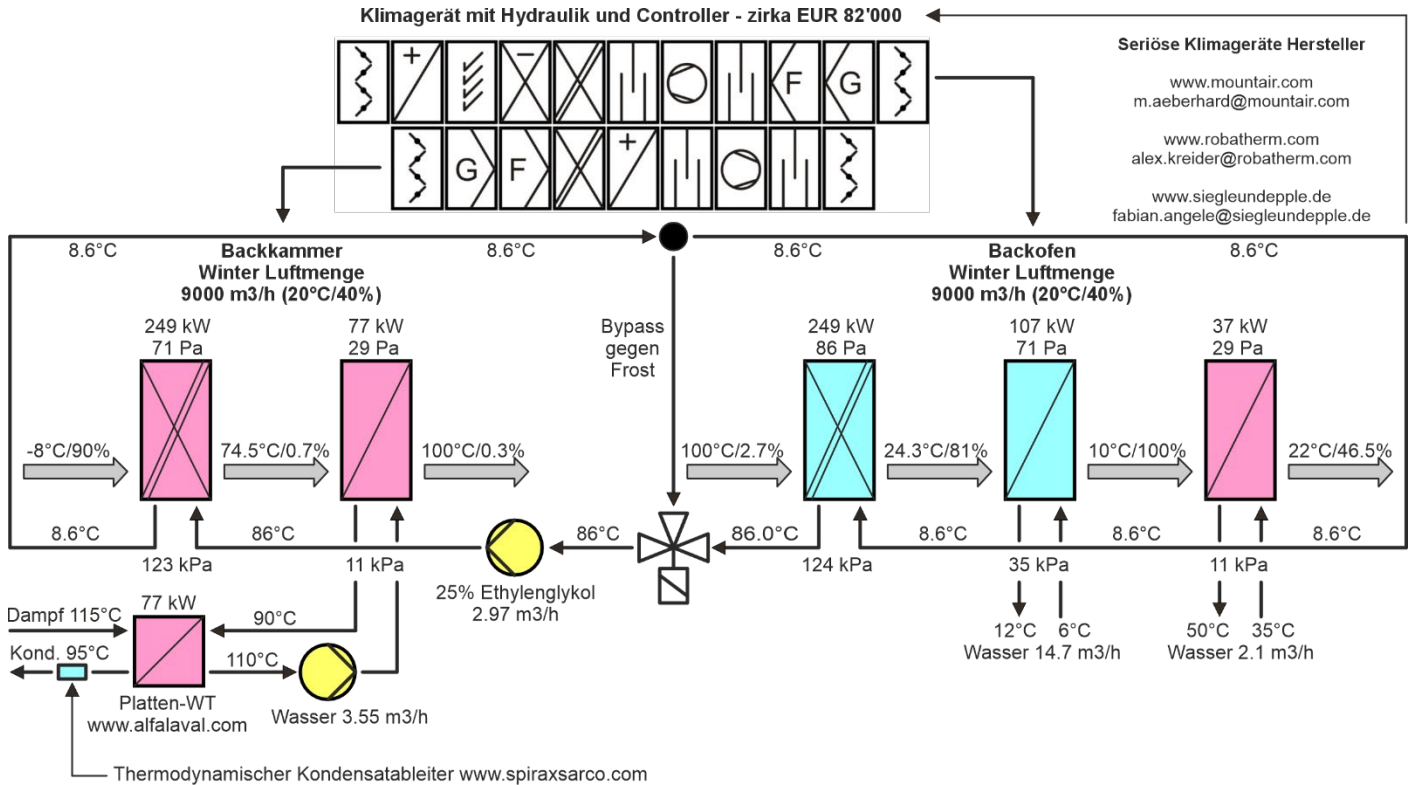


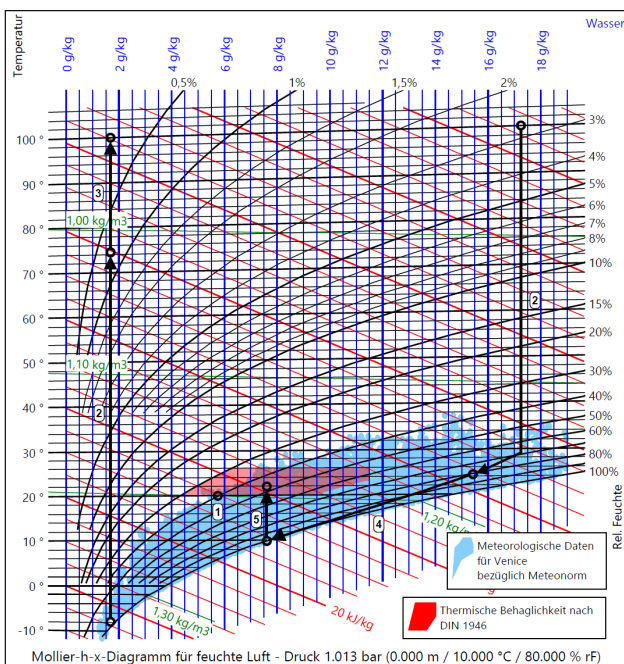


Energierückgewinn in Bäckerei

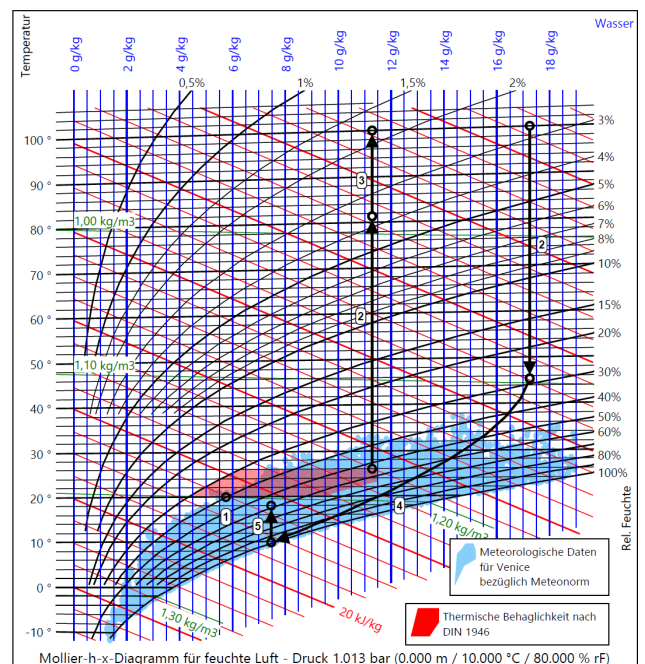
Um eine Backkammer gleichzeitig zu erhitzen und einen Backofen zu kühlen, muss ein Energierückgewinnungssystem verwendet werden, das im Winter eine Temperatureffizienz von 76,4 % erreicht. Es wird empfohlen, den Erhitzer in der Backkammer mit Wasser von 110/90°C zu betreiben und nicht direkt mit Dampf von 115°C, da solche Wärmetauscher durch die Kondensat-Unterkühlung schnell korrodieren. Plattenaustauscher von Alfa Laval sind dafür besser geeignet.



Mollier-HX-Diagramm für den Winter



Mollier-HX-Diagramm für den Sommer



Die folgenden Berechnungen wurden mit der Software CCSB in der Hochsprache C# durchgeführt. 40 verschiedene Varianten der lamellierten Wärmetauscher werden in weniger als 1 Sekunde zum Vergleich berechnet.

- Seite 2: Winter, Wärmerückgewinnungssystem
- Seite 3: Sommer, Kühlerückgewinnungssystem
- Seite 4: Energiebedarf, Betriebskosten, Break-even-Point (BEP)

KV-System im Winter		SAHe	RACo	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Wirkungsgrad	%	76.430	70.115	
Leistung sensibel	kW	248.793	234.441	
Leistung latent	kW	0.000	14.352	
Leistung frost	kW	---	0.000	
Leistung total	kW	248.793	248.793	
Flächenreserve	%	0.238	0.484	
Vorhandene Fläche	m ²	503.869	503.869	

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City
Phone: xxxxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

21-04-2026

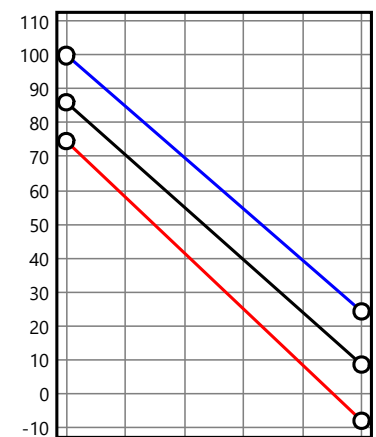
SAHe		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	-8.000	74.544	20.000
Rel. Feuchte	%	90.000	0.737	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	1.708	1.708	5.783
Volumenstrom feucht	m ³ /h	8087.568	10605.230	9000.000
Geschw.	m/s	1.378	1.807	1.533
Druckverlust	Pa		70.686	

Representative

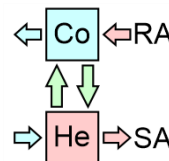
Plant
Object
Position

RACo		Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	100.000	24.276	20.000
Rel. Feuchte	%	2.710	81.390	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	17.285	15.493	5.783
Volumenstrom feucht	m ³ /h	11665.865	9272.504	9000.000
Geschw.	m/s	1.987	1.580	1.533
Druckverlust	Pa		86.004	

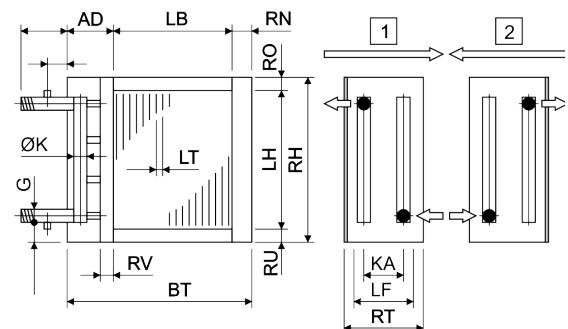
Temperatur (°C)



25 V% Et.glykol		SAHe	RACo
Temp.	ein °C	86.000	8.600
Temp.	aus °C	8.600	86.000
Volumenstrom	m ³ /h	2.967	2.968
Geschw.	m/s	0.958	0.958
Reynolds	---	11308.577	11106.637
Druckverlust	kPa	123.366	123.886



Technische Date		SAHe	RACo		
Rohre total	Stück	480	480	Rohre:	Cu Cu
Blindrohre	Stück	0	0	Rohre:	glatt glatt
Int. Entlüft- / Entleerungen	Stück	5	5	Rohre:	versetzt versetzt
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	12	12	Rohre:	kreisförmig kreisförmig
Rohrlagen in der Höhe	Stück	40	40	Kollektoren:	Cu Cu
Pässe	Stück	60	60	Kollektoren:	1.01 m/s 1.01 m/s
Anzahl Stränge (NC)	Stück	8	8	Anschlüsse:	Rg7 Rg7
Inhalt	l	71	71	Anschlüsse:	1.01 m/s 1.01 m/s
Gewicht	kg	251	251	Lamellen:	Al Al
Anschlüsse	G ---	1 ¼"	1 ¼"	Lamellen:	Wellenstruktur Wellenstruktur
Rahmenhöhe	RH mm	1400	1400	Rahmen:	V2A V2A
Rahmenbreite	BT mm	1400	1400	Rahmen:	2.00 m/s 2.00 mm
Rahmentiefe	RT mm	390	390	Schutz:	ohne ohne
Lamellierte Höhe	LH mm	1333	1333	Schutz:	--- ---
Lamellierte Breite	LB mm	1223	1223		
Lamellierte Tiefe	LF mm	346	346		
Rahmen oben	RO mm	33	33		
Rahmen unten	RU mm	34	34		
Rahmen vorne	RV mm	30	30		
Rahmen hinten	RN mm	53	53		
Kollektor-Durchmesser	K mm	35	35		
Kollektorabdeckung	AD mm	124	124		
Kollektorabstand	KA mm	328	328		
Lamellenteilung	LT mm	2.500	2.500		
Lamellendicke	LD mm	0.200	0.200		
Rohraussendurchmesser	DA mm	12.400	12.400		
Rohraussendurchmesser	da mm	12.400	12.400		
Rohrwandstärke	S mm	0.350	0.350		
Rohrteilung in der Höhe	S1 mm	33.333	33.333		
Rohrteilung in der Breite	S2 mm	28.867	28.867		



SAHe: 33/29/12-12R-40T-1223A-2,5PA-8C-Cu/Al/V2A

SAHe: EUR 4457.00

RACo: 33/29/12-12R-40T-1223A-2,5PA-8C-Cu/Al/V2A

RACo: EUR 4457.00

KV-System im Sommer			RAHe	SACo	Definition
Höhe über Meer	m				0.000
Druck	hPa				1013.250
Wirkungsgrad	%	74.760	73.851		
Leistung sensibel	kW	169.873	169.872		
Leistung latent	kW	0.000	0.000		
Leistung frost	kW	---	0.000		
Leistung total	kW	169.873	169.872		
Flächenreserve	%	0.077	0.369		
Vorhandene Fläche	m ²	503.869	503.869		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City
Phone: xxxxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

21-04-2026

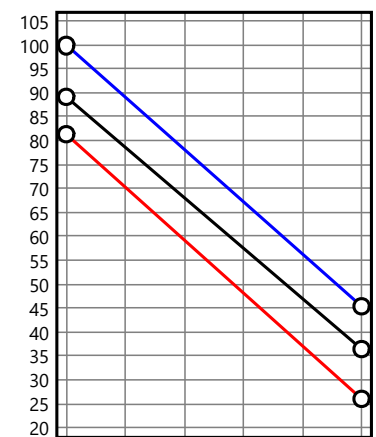
RAHe			Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	26.000	81.322	20.000	
Rel. Feuchte	%	54.000	3.637	40.000	
Abs. Feuchte	g/kg	11.313	11.313	5.783	
Volumenstrom feucht	m ³ /h	9265.096	10978.451	9000.000	
Geschw.	m/s	1.578	1.870	1.533	
Druckverlust	Pa		78.746		

Representative

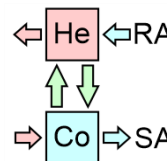
Plant
Object
Position

SACo			Eintritt	Austritt	Definition
Temp.	°C	100.000	45.350	20.000	
Rel. Feuchte	%	2.710	28.200	40.000	
Abs. Feuchte	g/kg	17.285	17.285	5.783	
Volumenstrom feucht	m ³ /h	11665.865	9957.391	9000.000	
Geschw.	m/s	1.987	1.696	1.533	
Druckverlust	Pa		86.117		

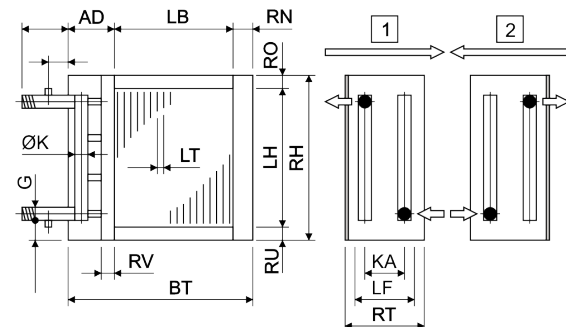
Temperatur (°C)



25 V% Et.glykol			RAHe	SACo
Temp.	ein	°C	89.131	36.408
Temp.	aus	°C	36.408	89.131
Volumenstrom		m ³ /h	2.967	2.967
Geschw.		m/s	0.958	0.958
Reynolds		---	14821.837	14626.621
Druckverlust		kPa	116.409	116.766



Technische Date			SAHe	RACo		
Rohre total	Stück		480	480	Rohre:	Cu Cu
Blindrohre	Stück		0	0	Rohre:	glatt glatt
Int. Entlüft- / Entleerungen	Stück		5	5	Rohre:	versetzt versetzt
Rohrreihen in der Tiefe	Stück		12	12	Rohre:	kreisförmig kreisförmig
Rohrlagen in der Höhe	Stück		40	40	Kollektoren:	Cu Cu
Pässe	Stück		60	60	Kollektoren:	1.01 m/s 1.01 m/s
Anzahl Stränge (NC)	Stück		8	8	Anschlüsse:	Rg7 Rg7
Inhalt	l		71	71	Anschlüsse:	1.01 m/s 1.01 m/s
Gewicht	kg		251	251	Lamellen:	Al Al
Anschlüsse	G	---	1 ¼"	1 ¼"	Lamellen:	Wellenstruktur Wellenstruktur
Rahmenhöhe	RH	mm	1400	1400	Rahmen:	V2A V2A
Rahmenbreite	BT	mm	1400	1400	Rahmen:	2.00 m/s 2.00 mm
Rahmentiefe	RT	mm	390	390	Schutz:	ohne ohne
Lamellierte Höhe	LH	mm	1333	1333	Schutz:	---
Lamellierte Breite	LB	mm	1223	1223		
Lamellierte Tiefe	LF	mm	346	346		
Rahmen oben	RO	mm	33	33		
Rahmen unten	RU	mm	34	34		
Rahmen vorne	RV	mm	30	30		
Rahmen hinten	RN	mm	53	53		
Kollektor-Durchmesser	K	mm	35	35		
Kollektorabdeckung	AD	mm	124	124		
Kollektorabstand	KA	mm	328	328		
Lamellenteilung	LT	mm	2.500	2.500		
Lamellendicke	LD	mm	0.200	0.200		
Rohraussendurchmesser	DA	mm	12.400	12.400		
Rohraussendurchmesser	da	mm	12.400	12.400		
Rohrwandstärke	S	mm	0.350	0.350		
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm	33.333	33.333		
Rohrteilung in der Breite	S2	mm	28.867	28.867		



RAHe: 33/29/12-12R-40T-1223A-2,5PA-8C-Cu/Al/V2A

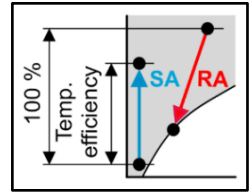
RAHe: EUR 4457.00

SACo: 33/29/12-12R-40T-1223A-2,5PA-8C-Cu/Al/V2A

SACo: EUR 4457.00

Energierückgewinnung / Jahr (Betrieb bei 100% Luftmenge = 2080 Stunden)

Nr	Aussenluft		CCSB		Abluft		Fortluft		Wirk. grad %	Leistung kW	Energie MWh
	°C	%	°C	%	°C	%	°C	%			
1	-0.4	68.0	75.8	1.0	100.0	2.7	32.0	49.5	75.92	230.17	11.97
2	3.6	63.4	76.5	1.2	100.0	2.7	33.8	46.2	75.66	220.46	11.46
3	4.9	63.2	76.8	1.3	100.0	2.7	34.4	45.2	75.58	217.28	11.30
4	5.7	64.0	76.9	1.4	100.0	2.7	34.8	44.7	75.52	215.48	11.21
5	6.4	63.8	77.0	1.5	100.0	2.7	35.0	44.3	75.47	213.89	11.12
6	7.0	64.4	77.1	1.5	100.0	2.7	35.2	44.1	75.42	212.47	11.05
7	7.5	66.5	77.2	1.6	100.0	2.7	35.5	43.6	75.37	211.10	10.98
8	8.1	64.6	77.3	1.6	100.0	2.7	35.8	43.1	75.34	209.88	10.91
9	8.6	66.1	77.4	1.7	100.0	2.7	36.0	42.7	75.30	208.70	10.85
10	9.1	64.4	77.5	1.7	100.0	2.7	36.3	42.3	75.27	207.48	10.79
11	9.6	64.9	77.6	1.8	100.0	2.7	36.5	42.0	75.23	206.33	10.73
12	10.1	65.8	77.7	1.9	100.0	2.7	36.7	41.6	75.19	205.17	10.67
13	10.6	64.4	77.8	1.9	100.0	2.7	36.9	41.3	75.15	203.94	10.60
14	11.1	63.8	77.9	1.9	100.0	2.7	37.1	41.1	75.11	202.65	10.54
15	11.8	61.4	78.0	2.0	100.0	2.7	37.4	40.7	75.08	201.02	10.45
16	12.4	64.7	78.1	2.1	100.0	2.7	37.7	40.3	75.02	199.55	10.38
17	13.0	64.8	78.2	2.2	100.0	2.7	38.0	39.7	74.98	198.18	10.31
18	13.7	65.5	78.4	2.3	100.0	2.7	38.3	39.2	74.93	196.68	10.23
19	14.4	65.5	78.5	2.4	100.0	2.7	38.6	38.7	74.88	195.14	10.15
20	14.9	65.7	78.6	2.5	100.0	2.7	38.9	38.3	74.84	193.83	10.08
21	15.5	64.1	78.7	2.5	100.0	2.7	39.1	37.9	74.81	192.53	10.01
22	16.0	65.3	78.8	2.6	100.0	2.7	39.4	37.5	74.76	191.36	9.95
23	16.6	66.5	78.9	2.8	100.0	2.7	39.7	37.0	74.72	190.04	9.88
24	17.2	67.3	79.0	2.9	100.0	2.7	40.0	36.6	74.67	188.65	9.81
25	17.9	67.3	79.2	3.0	100.0	2.7	40.3	36.2	74.63	187.18	9.73
26	18.5	67.4	79.3	3.1	100.0	2.7	40.6	35.6	74.59	185.81	9.66
27	19.1	66.5	79.4	3.2	100.0	2.7	41.0	35.0	74.56	184.42	9.59
28	19.6	65.6	79.5	3.2	100.0	2.7	41.2	34.6	74.54	183.28	9.53
29	20.2	66.4	79.7	3.4	100.0	2.7	41.6	34.1	74.50	182.01	9.46
30	20.9	64.8	79.8	3.4	100.0	2.7	42.0	33.4	74.49	180.54	9.39
31	21.5	64.1	80.0	3.5	100.0	2.7	42.4	32.8	74.47	179.06	9.31
32	22.3	62.9	80.1	3.6	100.0	2.7	42.9	31.9	74.45	177.45	9.23
33	23.0	61.8	80.3	3.6	100.0	2.7	43.5	31.0	74.43	175.71	9.14
34	23.8	61.2	80.5	3.7	100.0	2.7	44.0	30.1	74.40	173.98	9.05
35	24.6	60.4	80.7	3.8	100.0	2.7	44.6	29.3	74.38	172.29	8.96
36	25.4	59.6	80.9	3.9	100.0	2.7	45.1	28.4	74.35	170.55	8.87
37	26.4	58.0	81.1	4.0	100.0	2.7	45.8	27.4	74.33	168.38	8.76
38	27.4	57.3	81.3	4.2	100.0	2.7	46.6	26.4	74.29	166.04	8.63
39	28.9	52.7	81.7	4.1	100.0	2.7	47.6	25.0	74.30	162.84	8.47
40	31.7	47.6	82.4	4.3	100.0	2.7	49.7	22.6	74.25	156.45	8.14

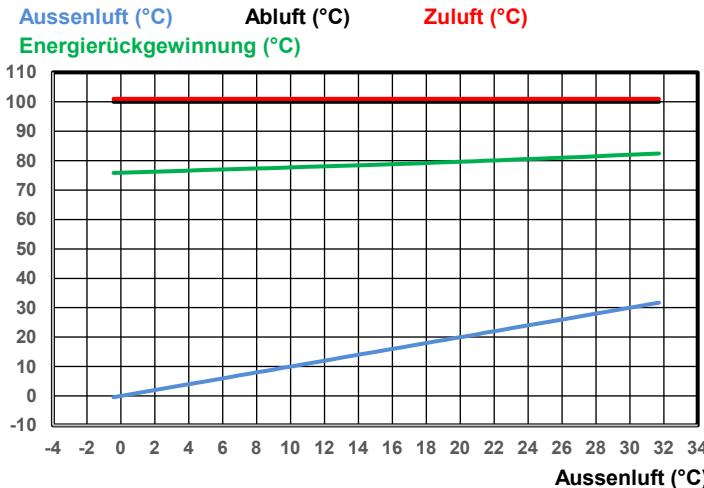


Software by www.zcs.ch

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City
Phone: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage
21.4.2026
With the compliments of
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx
Plant
Object
Position

Luft (%)	Betrieb (h/a)
100.00	2080
0.00	0
0.00	0
▼	▼
100.00	2080

EU: Energierückgewinnung: Wärmeenergie	MWh	401.34	EUR	24080.00	(60.00 EUR/MWh)
EU: Energierückgewinnung: Kälteenergie	MWh	0.00	EUR	0.00	(80.00 EUR/MWh)
EU: 2 Ventilator + Glykol-Pumpe	MWh	-2.12	EUR	-212.00	(100.00 EUR/MWh)
EU: Energierückgewinnung: Netto-Nutzen / Jahr	MWh	399.21	EUR	23868.00	(59.79 EUR/MWh)
EU: Energiebedarf total / Jahr	MWh	558.61	EUR	34178.99	(61.19 EUR/MWh)
EU: Netto-Nutzen / Jahr	%	71.47	%	69.83	TWG = 76.43%
CH: Richtlinien von Vereinen wie SIA und SWKI: TWG>70,00% & JNG>75.00% & ETV>15.00					JNG = 73.65%
					ETV = 189.09



Standort	Trieste (I)	
Höhe über Meer	m	0.00
Druck	hPa	1013.25
Aussenluft	m3/h	9000.00
Abluft	m3/h	9000.00
Adiabate Abluft-Befeuchtung	h/a	0.00
Betrieb bei 100% Luftmenge	h/a	2080.00
Kapitalzins	%	1.00
Energieteuerung	%	1.00
Inflation	%	1.00
Unterhaltskosten	%	5.00
Kosten ohne KV-System	EUR	47000.00
Kosten mit KV-System	EUR	82000.00
Mehrkosten	EUR	35000.00
BEP (Break even point) nach	Jahre	1.60