

### COP = Coefficient of Performance (Leistungsziffer)

Zur Ermittlung des COP sind genaue  
Berechnungen erforderlich.

Ohne genaue Berechnung und Kenntnis der  
eingesetzten Komponenten ist eine  
Prognose nicht möglich.

Nachfolgend ein Berechnungsbeispiel,  
Grundlage ist die DIN 4710 Bbl. 1 : 2003-1  
mit Korrelation zwischen Lufttemperatur und  
Wasserdampfgehalt der feuchten Luft



Mit Hilfe der Polynome und Koeffizienten kann bei kleinster Änderung der Verdampfungs- oder Verflüssigungstemperatur die Leistung des Verdichters sofort berechnet werden.

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Kälteleistung,	2,38E+15	9,91E+13	-4,97E+12	1,81E+12	-8,24E+11	-7,85E+10	1,13E+10	-2,05E+10	5,60E+09	-2,06E+09
Leistungsaufnahme,	1,59E+14	-3,03E+11	8,98E+12	6,01E+09	3,82E+10	-9,95E+10	3,59E+08	-7,16E+08	-8,64E+08	2,16E+09
Stromaufnahme	7,99E+14	-3,50E+11	5,06E+12	1,40E+10	4,55E+10	-8,46E+10	1,92E+08	-9,82E+08	-1,03E+09	2,90E+09
Massestrom,	1,09E+16	4,49E+14	2,72E+12	7,98E+12	-3,87E+12	1,49E+12	5,75E+10	-8,09E+10	7,59E+10	-2,81E+10

$$X = C0 + C1*S + C2*D + C3*S^2 + C4*S*D + C5*D^2 + C6*S^3 + C7*D*S^2 + C8*S*D^2 + C9*D^3$$

D = Verflüssigungstemperatur  
S = Verdampfungstemperatur



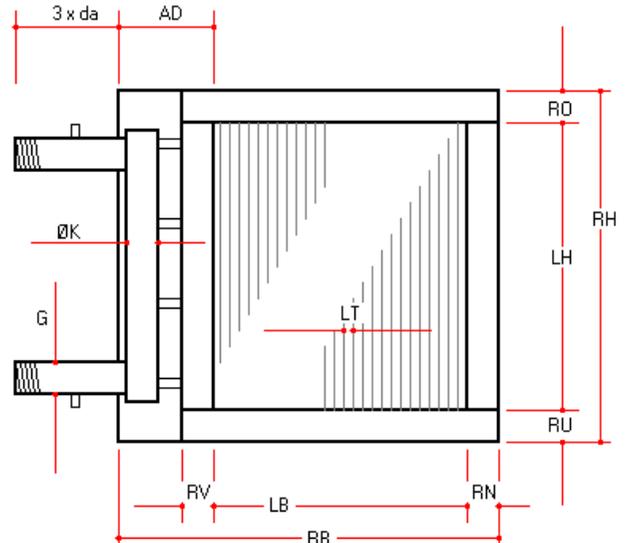
# APRESS →

# Lamellenwärmeaustauscher

Die nachfolgenden Graphiken und Tabellen sind Screenshots des APRESS – Berechnungsprogramms

**Lamellenwärmeaustauscher**

Refresh zurück Zeller-Schaltung oder HDH  
 ja  nein  HDH Anzahl LWT  Stück



Wärmeträgertemperaturen

Auswahl Wärmeträger

Volumenstrom  m³/h für 1 Stück LWT  
 Leistungsbedarf: 0,198 kW  
 Wasser  
 Antifrogen N (Ethylenglykol) 20% bis 35%  %  
 Antifrogen L (Propylenglykol) 20% bis 35%  
 Tyfoxit 1.1 (Kühlsole)  
 60% Pekasol 50 (Kälte Träger)  
 Temper -10°C bis -55°C

Dichte	1.060,99	kg/m³	Dynam. Viskosität	0,008051	Pas
Wärmeleitfähigkeit	0,47	W/mK	Prandtl-Zahl	62,40	
spezif. Wärmekapazität	3.659,99	J/kgK	Kühlgrenztemperatur	-17,00	°C

Rahmenhöhe	RH	<input type="text" value="1212,00"/>	mm
Rahmenbreite	RB	<input type="text" value="1518,00"/>	mm
Rahmentiefe	RT	<input type="text" value="260,00"/>	mm
Inhalt		<input type="text" value="50,00"/>	Liter
Gewicht		<input type="text" value="123,68"/>	kg

Anschlüsse WT	
Eintritt	2"
Austritt	2"

Lamellierte Höhe	LH	<input type="text" value="1.140,00"/>	mm
Lamellierte Breite	LB	<input type="text" value="1.333,00"/>	mm
Lamellierte Tiefe	LF	<input type="text" value="208,00"/>	mm
Rohre total		<input type="text" value="304,00"/>	Stück
Blindrohre		<input type="text" value="0,00"/>	Stück
interne Entlüftungen		<input type="text" value="0,00"/>	Stück
interne Entleerungen		<input type="text" value="0,00"/>	Stück
Rohrreihen in der Tiefe		<input type="text" value="8"/>	Stück
Rohrlagen in der Höhe		<input type="text" value="38,00"/>	Stück
Rohranzahl pro Kreis (Pässe)	PA	<input type="text" value="16,00"/>	Stück
interne Kreise (NC)	ST	<input type="text" value="19"/>	Stück
Rahmen oben	RO	<input type="text" value="36,00"/>	mm
Rahmen unten	RU	<input type="text" value="36,00"/>	mm
Rahmen vorne	RV	<input type="text" value="40,00"/>	mm
Rahmen hinten (40)	RN	<input type="text" value="65,00"/>	mm
Kollektornennweite	ØK	<input type="text" value="2"/>	mm
Kollektorabdeckung	AD	<input type="text" value="120,00"/>	mm
Kollektorabstand	KA	<input type="text" value="182,00"/>	mm
Lamellenteilung	LT	<input type="text" value="2,5"/>	mm
Lamellendicke	LD	<input type="text" value="0,12"/>	mm
Rohrdurchmesser	DA	<input type="text" value="12,45"/>	mm
Rohrwandstärke	S	<input type="text" value="0,35"/>	mm
Rohrteilung in der Höhe	S1	<input type="text" value="30"/>	mm
Rohrteilung in der Tiefe	S2	<input type="text" value="26"/>	mm

Geometrie und Schaltung LWT

LWT Kombi-Kühler/Erhitzer Fortluft

LWT Code: 1/4/1/1/1/3/1,9 Daten Wärmeaustauscher

Kühlleistung	-22,73	kW
Flächenreserve	3,38E-01	%
vorh. Fläche	228,49	m²
erfordl. Fläche	233,74	m²
k-Wert verschmutzt	22,55	W/m2K
Δtm-Kreuz-Gegenstrom	4,31	K
Oberflächentemperatur	-2,39	°C
Eintritt	-8,23	°C
Austritt		

Luft-Werte		
	Eintritt	Austritt
Temperatur	-2,31 °C	-8,19 °C
abs. Feuchte	2,29 g/kg	1,89 g/kg
rel. Feuchte	72,91 %	99,95 %
Dichte feucht	1,29 kg/m³	1,32 kg/m³
Enthalpie	3,38 kJ/kg	-3,55 kJ/kg
Geschwindigkeit	1,68 m/s	1,64 m/s
Volumenstrom	9.174,41 m³/h	8.973,23 m³/h
Massenstrom	3,28 kg/s	4,74 kg/h
Druckverlust feucht	51,21 Pa	48,63 Pa

LWT-Passzahl  gerade (1 Sammler)

LWT-Fouling innen  Kaltwasser oder Brauchwarmwasser

LWT-Fouling aussen  saubere Luft nach Grobstaubfilter (G3)

LWT-Rohranordnung  versetzt

LWT-Luftrichtung  horizontal

LWT-Rohre  Cu

LWT-Rohrprägung  Rippenlagewinkel

LWT-Rohrverbindung  Haarnadeln

LWT-Kollektoren  Cu

LWT-Kollektor-Auslegung  1,50 standard

LWT-Anschlüsse  Cu

LWT-Lamellen  Al

LWT-Lamellenprägung  Lam. strukturbereich

LWT-Rahmen  FeZn

LWT-Rahmenstärke  2,00 mm

LWT-Überzug  keine Behandlung

Daten Wärmeträger

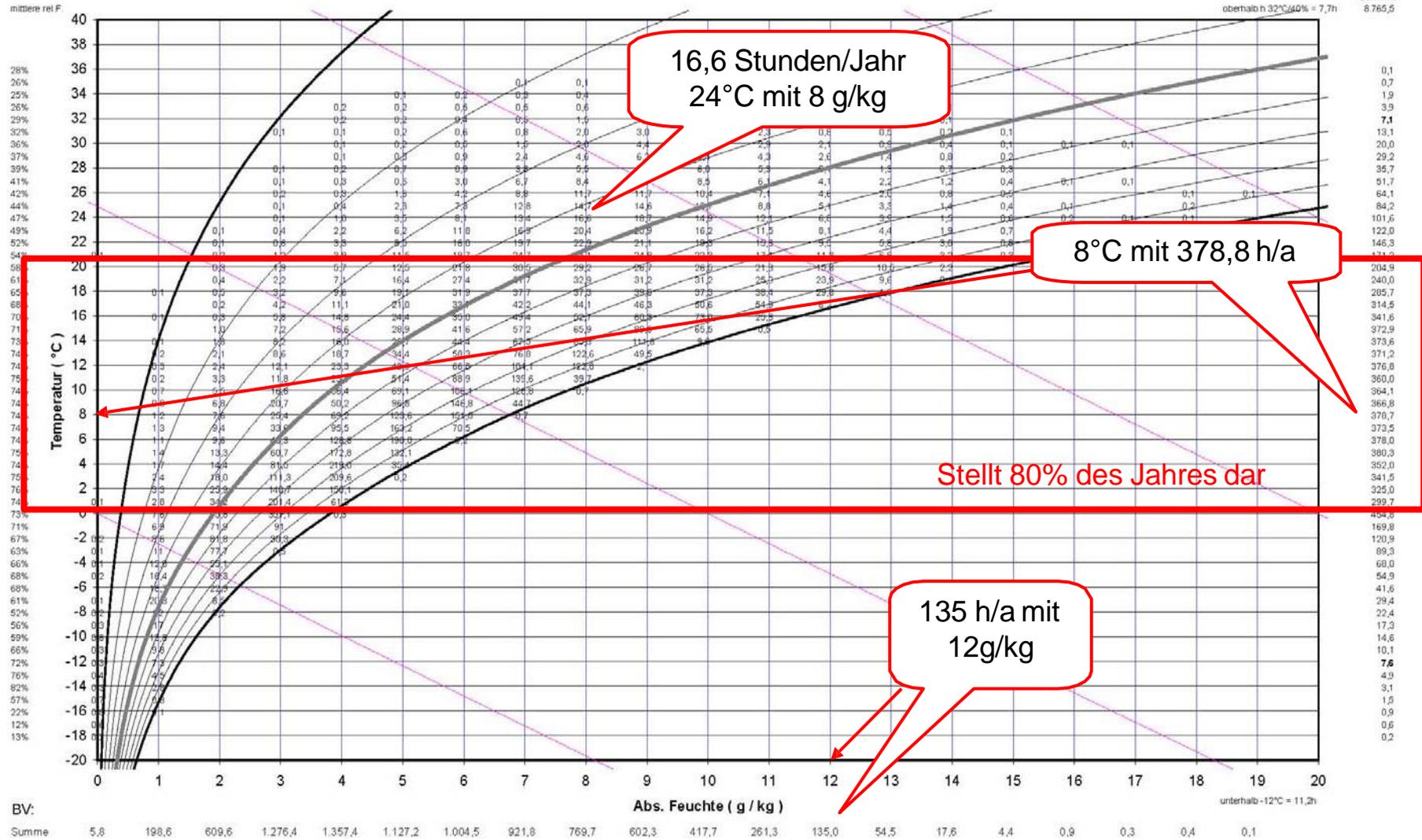
# APESS →

## Mollier – t,x – Diagramm mit Anzahl der Stunden/Jahr

Mollier-t,x-Diagramm für feuchte Luft bei red. Luftdruck: 1001,76 hPa für die Stadt Mannheim; Höhe über NN: 96 m

www.APESS.com

Mit Korrelation zwischen Lufttemperatur und Wasserdampfgehalt. Mittlere jährliche Anzahl der Fälle in Stunden, 24 stündliche Messwerte je Tag, nach: DIN 4710 Bbl 1:2003-01



# APESS

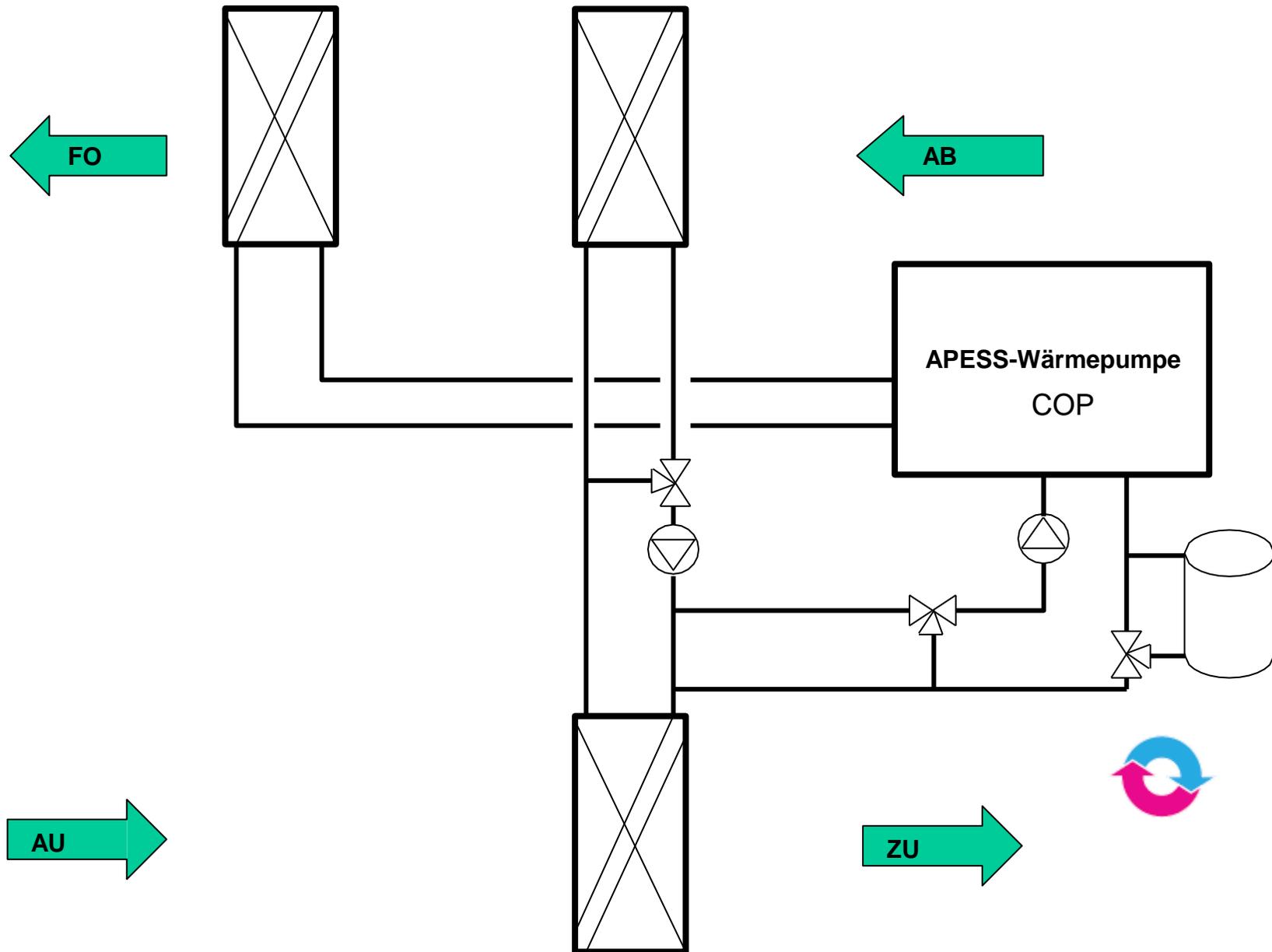
Die Druckverluste der einzelnen Bauteile gehen unmittelbar in die Leistungsaufnahme der Ventilatoren ein

## Druckverluste im Luftstrom

Zuluftgerät				Abluftgerät			
	$\Delta p$ in Pa	$\Delta p$ automatisch	Bauteil		$\Delta p$ in Pa	$\Delta p$ automatisch	Bauteil
Außenluftkanal	50,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja		Abluftkanal	200,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja	
Außenluftklappe	14,32	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	Abluftklappe	13,87	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden
Außenluftfilter	68,17	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	Abluftfilter	66,06	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden
Schalldämpfer Saugseite	6,82	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	Schalldämpfer Saugseite	6,61	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden
Außenluftbeimischkammer	0,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> vorhanden	Abluftventilator	200,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja	
1 Stufe	102,25	<input checked="" type="checkbox"/> ja		Umluftkammer	2,73	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden
Umluftkammer	2,73	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	Abluftbefeuchter	39,64	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden
Kombi-Kühler/Erhitzer	55,20	<input checked="" type="checkbox"/> ja		Tropfenabscheider	13,21	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden
Zuluftbefeuchter	0,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja		1. Stufe	78,10	<input checked="" type="checkbox"/> ja	
Tropfenabscheider	13,63	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	Außenluftbeimischkammer	0,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> vorhanden
Nacherhitzer	0,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja		Schalldämpfer Druckseite	6,61	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden
Ventilator-kammer	200,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja		Fortluftbefeuchter	0,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> vorhanden
Schalldämpfer Druckseite	6,82	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	Kombi-Kühler/Erhitzer	56,01	<input checked="" type="checkbox"/> ja	
Zuluftfilter	0,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja		Fortluftklappe	13,87	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden
Zuluftklappe	14,32	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden	Fortluftkanal	50,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja	
Zuluftkanal	200,00	<input checked="" type="checkbox"/> ja		Sonstiges	0,00		
Sonstiges	0,00						
Summe	815,38	3,668 kW	1,30°C	Summe	858,96	3,865 kW	1,37°C
Alternative	$\Delta p$ in Pa						
Kühler	0,00						
Erhitzer	0,00						

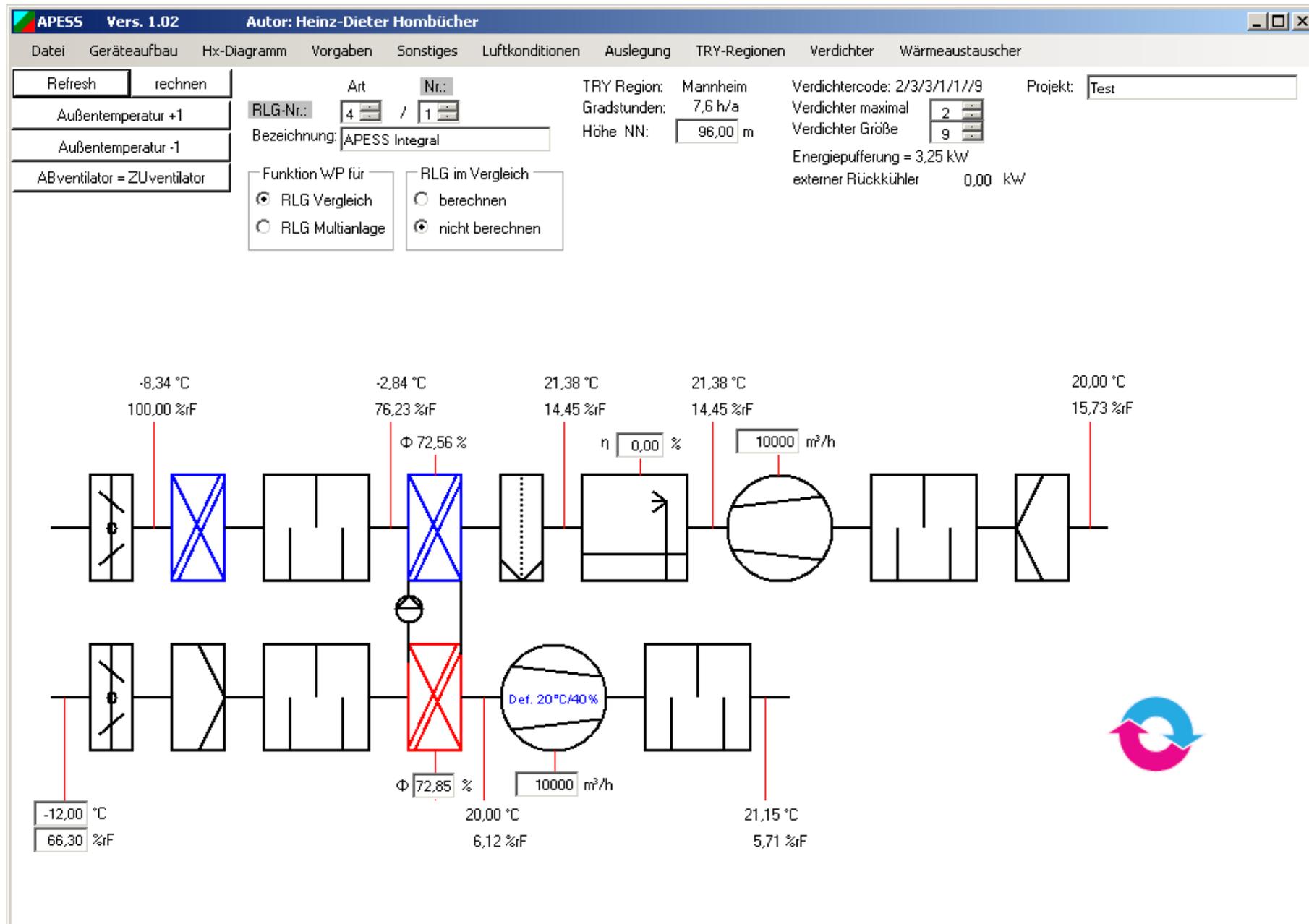
# APESS<sup>→</sup>

Kälte und Wärme einkoppeln  
mit APESS - Integral



# APeSS →

## Berechnungsprogramm

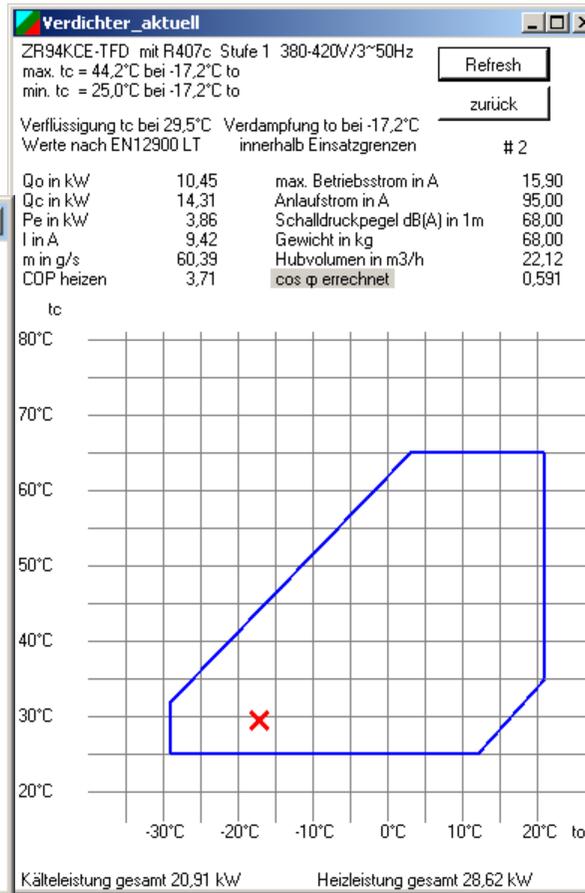


# APESS →

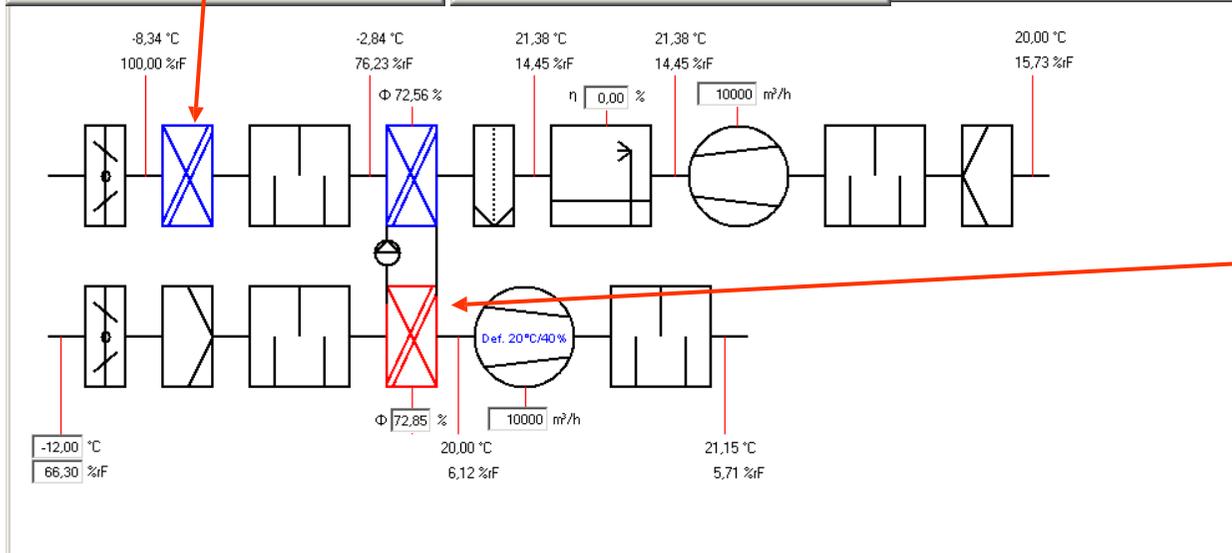
Bestimmung COP = 3,71

Luft	EIN	AUS	Δ
°C	-2,84	-8,34	-5,50
%rF.	76,23	100,00	
g/kg	2,29	1,86	0,43
kJ/kg	2,85	-3,76	6,61
kg/m³	1,29	1,32	
°C tp	-6,75	-9,35	
Druckverlust Luft	50,29	Pa	
Wärmeträger			
°C	-13,36	-6,94	-6,42
Druckverlust WVT	73,03	kPa	
-21,68 kW gesamt			
-18,20 kW sensibel			
-3,49 kW latent			
Flächenreserve 6,45E-02 %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	650	

Luft	EIN	AUS	Δ
°C	21,38	-2,84	-24,22
%rF.	14,45	76,23	
g/kg	2,29	2,29	0,00
kJ/kg	27,34	2,85	24,48
kg/m³	1,18	1,29	
°C tp	-6,75	-6,75	
Druckverlust Luft	147,90	Pa	
Wärmeträger			
°C	-6,48	17,84	-24,32
Druckverlust WVT	109,91	kPa	
-80,27 kW gesamt			
80,27 kW sensibel			
0,00 kW latent			
Flächenreserve -2,05E+0 %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	650	

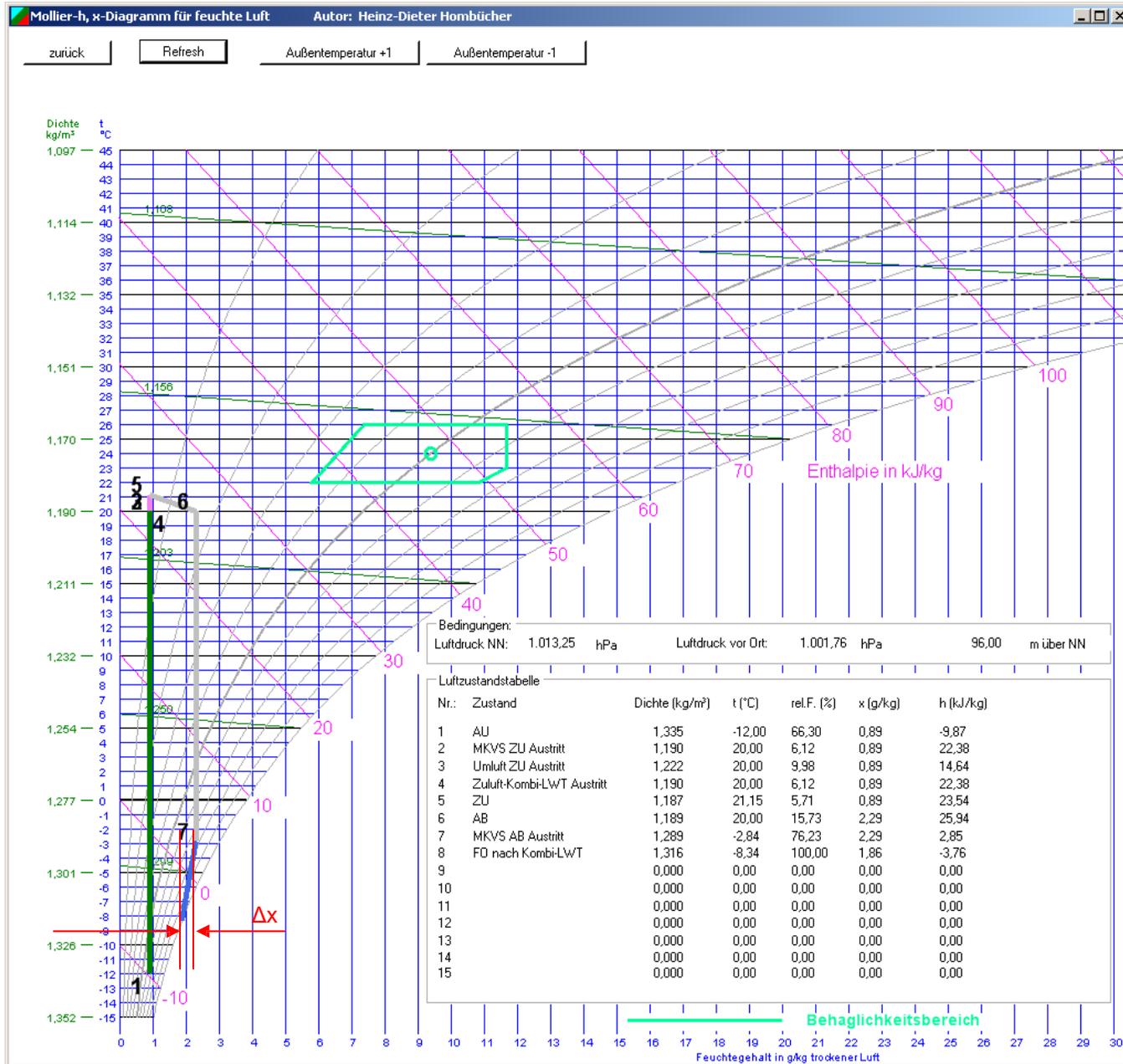


Luft	EIN	AUS	Δ
°C	-12,00	20,00	32,00
%rF.	66,30	6,12	
g/kg	0,89	0,89	0,00
kJ/kg	-9,87	22,38	-32,25
kg/m³	1,34	1,19	
°C tp	-18,19	-18,19	
Druckverlust Luft	101,69	Pa	
Wärmeträger			
°C	25,50	-6,48	31,98
Druckverlust WVT	110,90	kPa	
105,64 kW gesamt			
0,00 kW sensibel			
0,00 kW latent			
Flächenreserve 1,33E-01 %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	660	



# APESS →

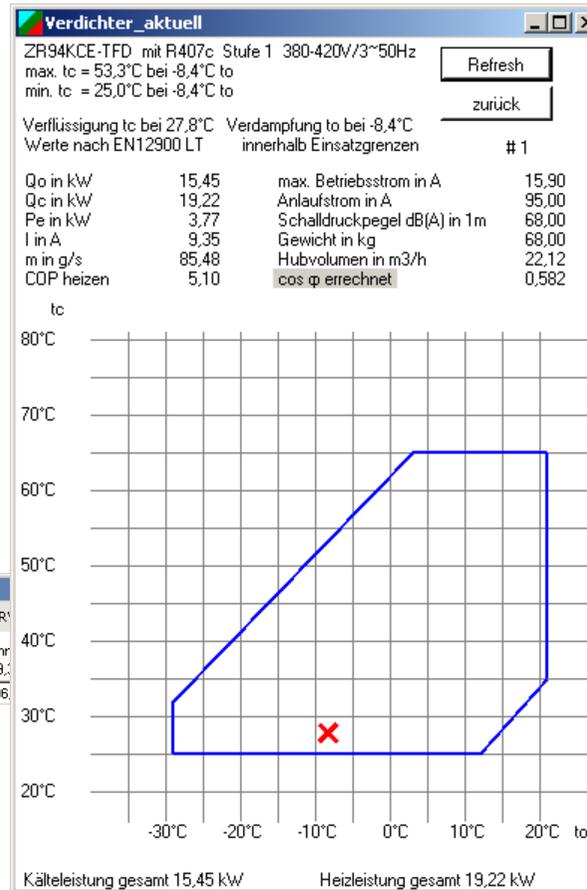
-12°C Eisansatz abschmelzen



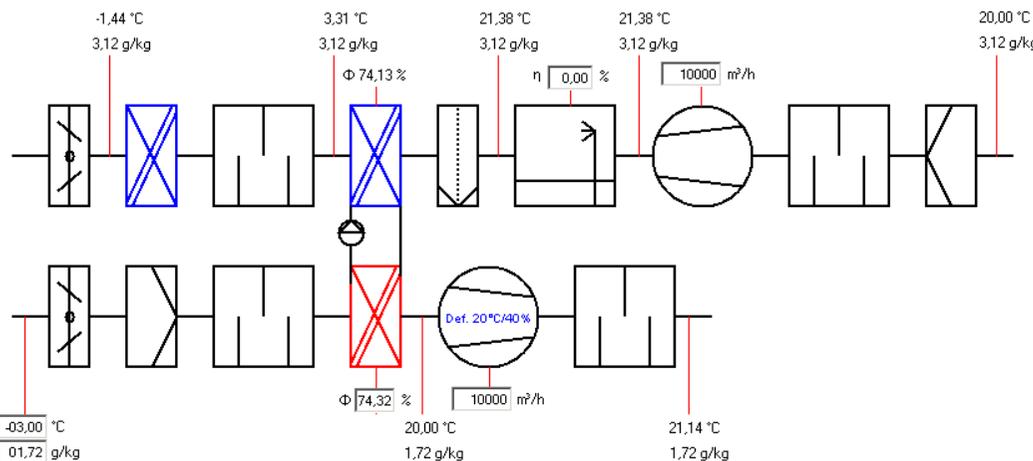
# APESS →

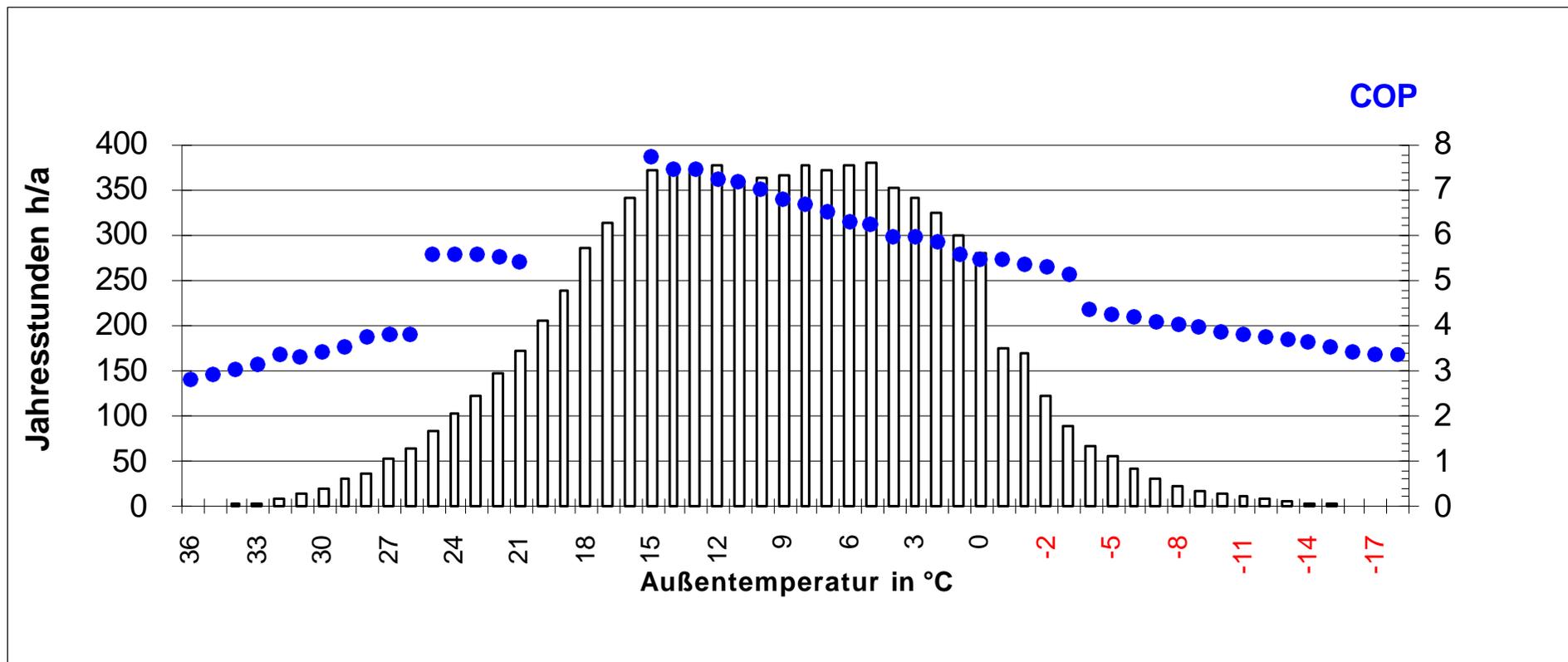
$$t_{AU} = -3^{\circ}\text{C} \quad \text{COP} = 5,10$$

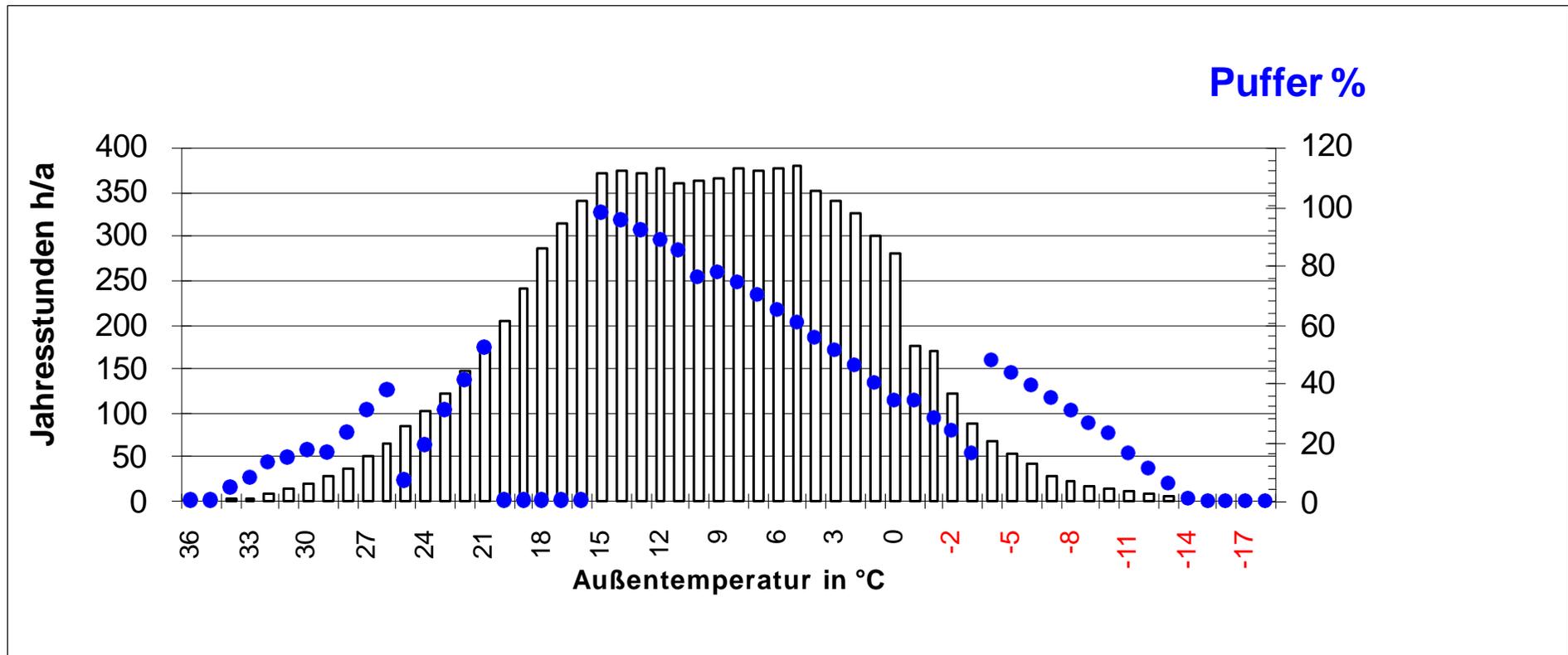
FO Kombi-Kühler/Erhit...			
Luft	EIN	AUS	Δ
°C	3,31	-1,44	-4,75
%rF.	64,42	92,21	
g/kg	3,12	3,12	0,00
kJ/kg	11,15	6,35	4,80
kg/m³	1,26	1,28	
°C tp	-2,71	-2,69	
Druckverlust Luft	48,30 Pa		
Wärmeträger			
°C	-4,55	0,47	-5,03
Druckverlust WT	67,26 kPa		
-15,74 kW gesamt			
-15,74 kW sensibel			
0,00 kW latent			
Flächenreserve 3,04E-01 %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	650	



KVS_LWT_ZU			
Luft	EIN	AUS	Δ
°C	-3,00	20,00	23,00
%rF.	58,12	11,84	
g/kg	1,72	1,72	0,00
kJ/kg	1,27	24,49	-23,22
kg/m³	1,29	1,19	
°C tp	-10,35	-10,35	
Druckverlust Luft	101,64 Pa		
Wärmeträger			
°C	23,83	0,81	23,01
Druckverlust WT	106,45 kPa		
76,05 kW gesamt			
0,00 kW sensibel			
0,00 kW latent			
Flächenreserve 3,24E-01 %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	660	

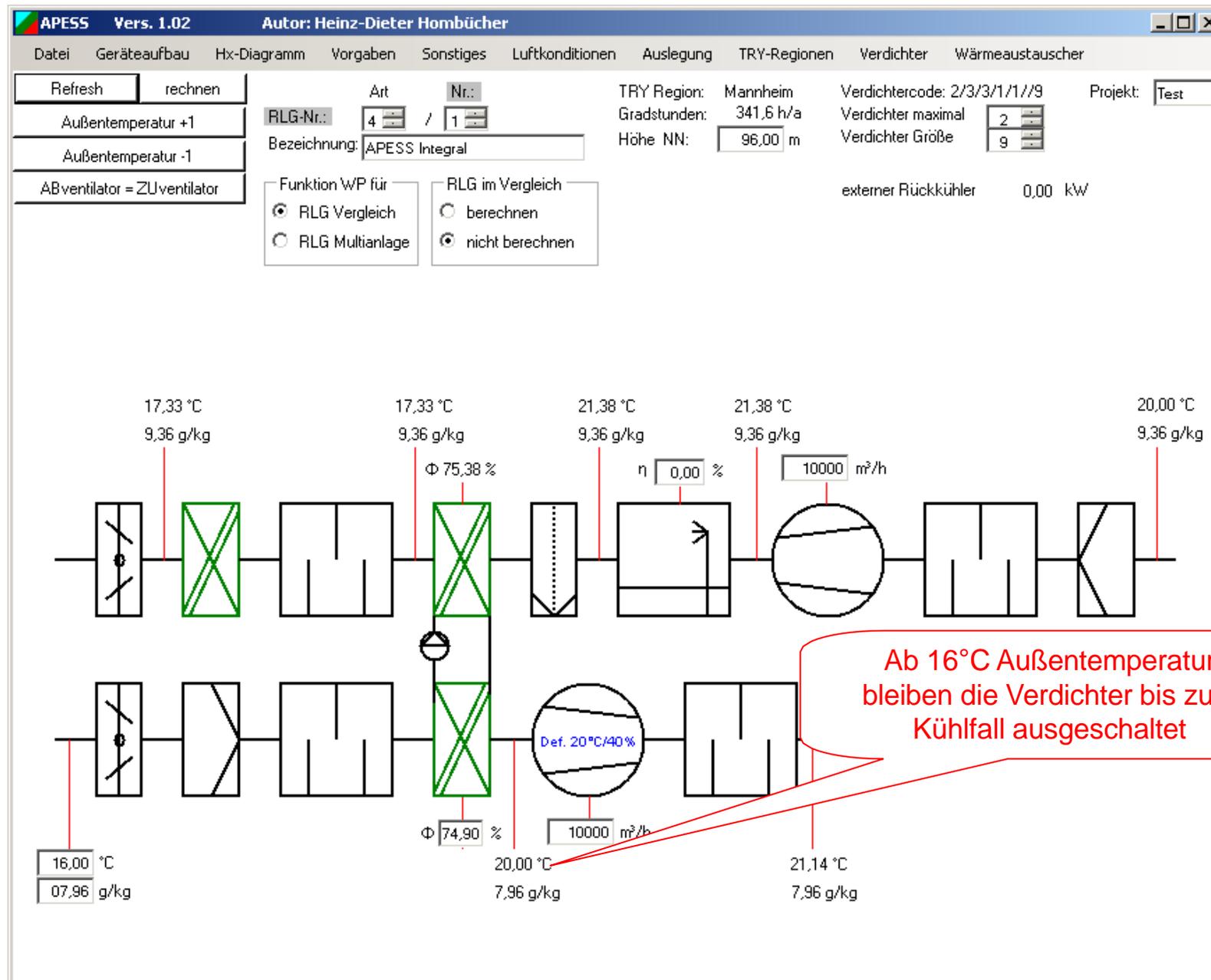






# APESS →

## 1. Stufe solo ohne WP Verdichter aus



# APESS →

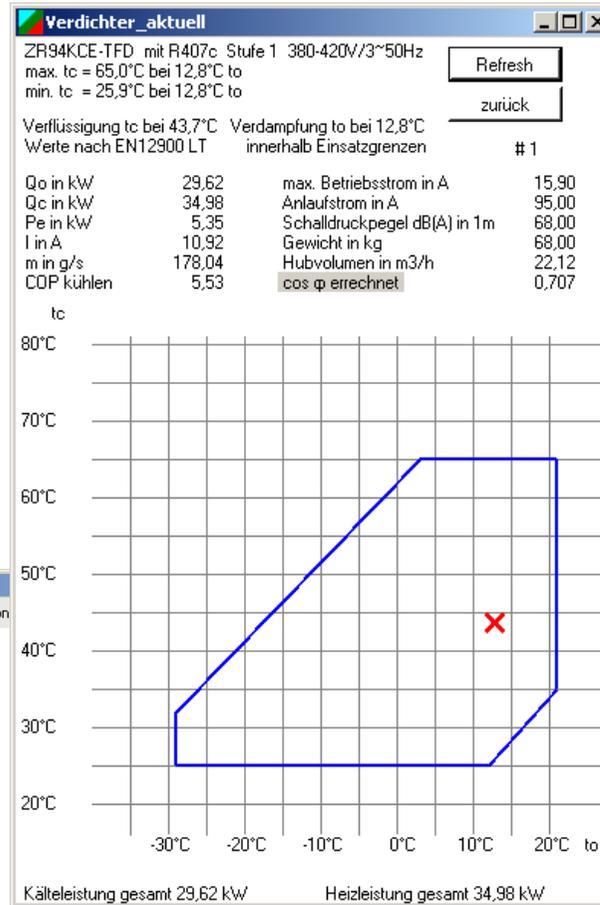
$$t_{AU} = 25^{\circ}\text{C} \quad \text{COP} = 5,53$$

FO Kombi-Kühler/Erhit...			
Luft	EIN	AUS	Δ
°C	27,22	37,99	10,77
%rF.	44,87	24,50	
g/kg	10,20	10,20	0,00
kJ/kg	53,42	64,47	-11,05
kg/m³	1,15	1,11	
°C tp	14,16	14,16	
Druckverlust Luft	54,56	Pa	
Wärmeträger			
°C	39,72	35,12	4,60
Druckverlust WVT	42,22	kPa	
35,08 kW gesamt			
kW sensibel			
kW latent			
Flächenreserve 1,88E-01 %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	260	

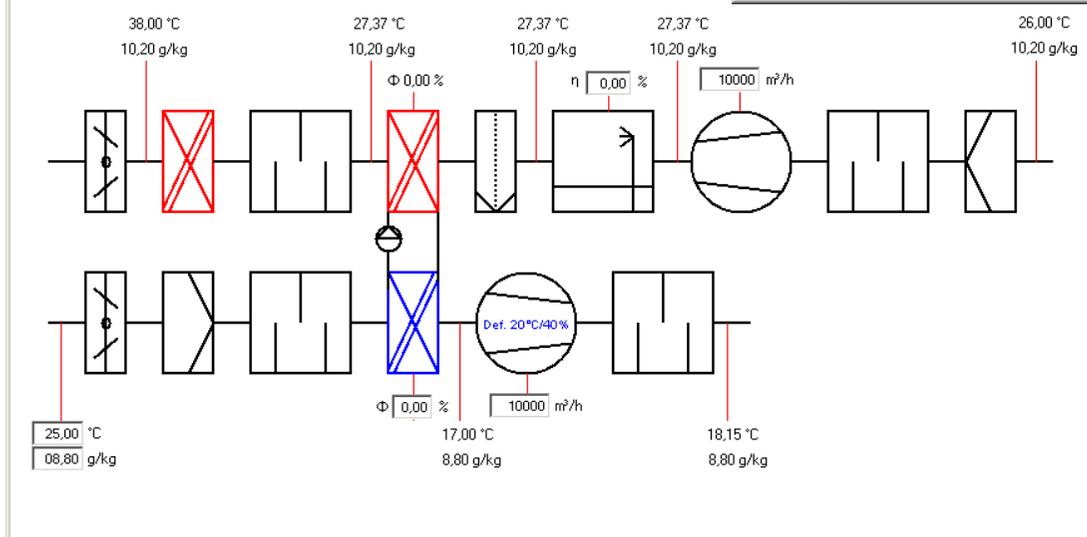
Luftkonditionen Auslegung TRY-Region

TRY Region: Mannheim  
 Gradstunden: 84,2 h/a  
 Höhe NN: 96,00 m

Vergleichen berechnen

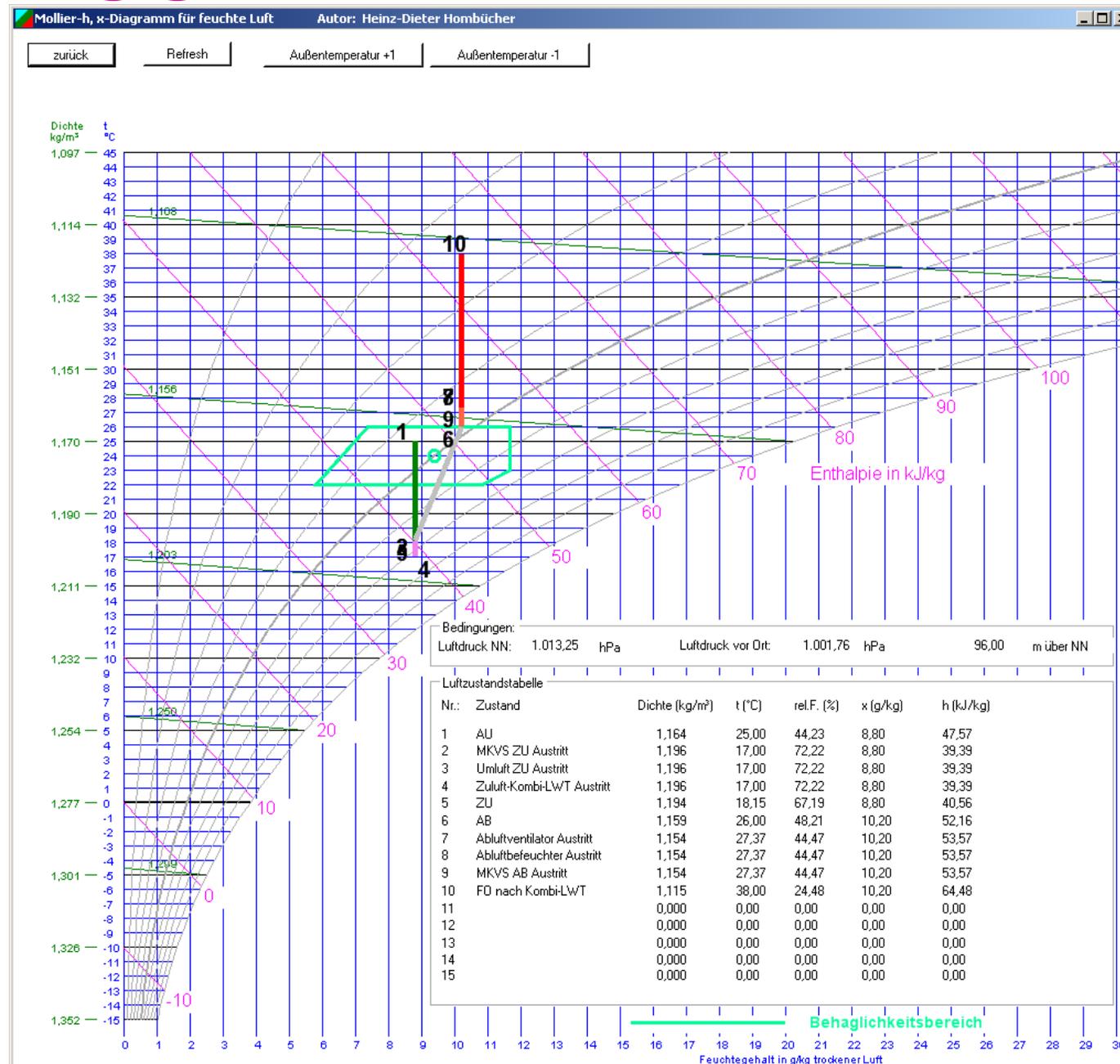


KVS_LWT_ZU			
Luft	EIN	AUS	Δ
°C	25,00	17,00	-8,00
%rF.	44,23	72,23	
g/kg	8,80	8,80	0,00
kJ/kg	47,57	39,39	8,18
kg/m³	1,16	1,20	
°C tp	11,94	11,94	
Druckverlust Luft	102,25	Pa	
Wärmeträger			
°C	16,61	22,45	-5,84
Druckverlust WVT	190,31	kPa	
-26,81 kW gesamt			
kW sensibel			
kW latent			
Flächenreserve 0,00E+00 %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	660	



# APESS →

25°C Außentemperatur

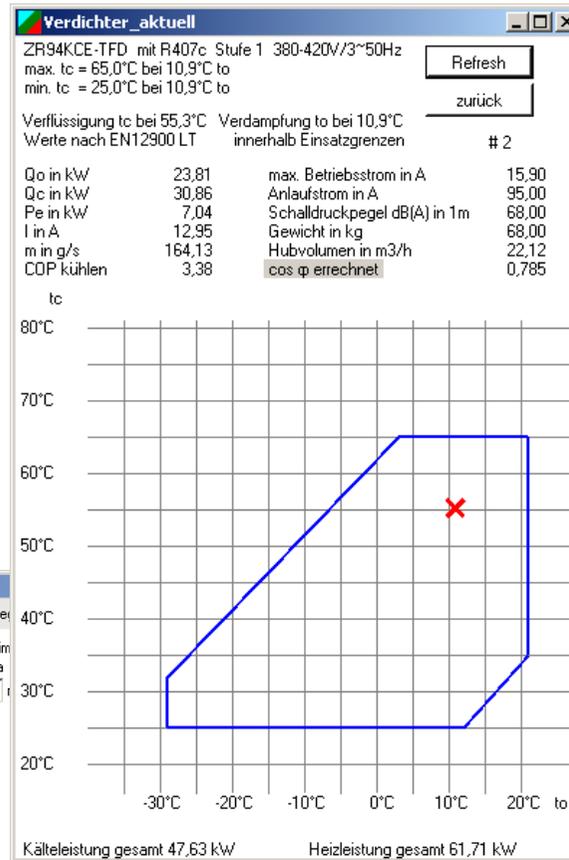


# APESS →

32°C Auslegung COP = 3,38

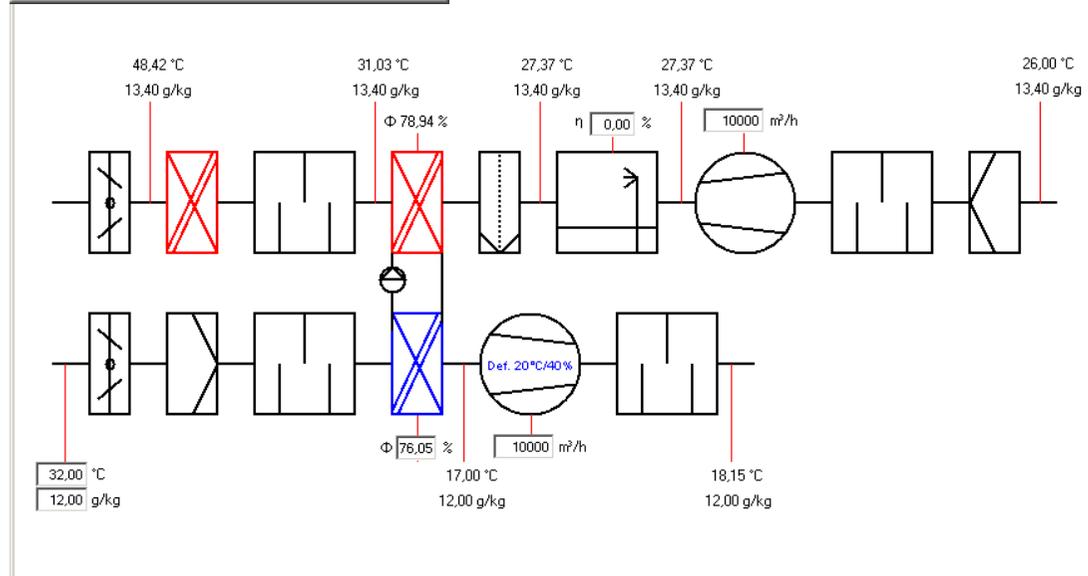
Luft	EIN	AUS	Δ
°C	29,39	48,37	18,98
%rF.	46,74	16,85	
g/kg	12,09	12,09	0,00
kJ/kg	60,47	80,01	-19,55
kg/m³	1,14	1,08	
°C tp	16,77	16,77	
Druckverlust Luft	55,92	Pa	
Wärmeträger			
°C	51,29	43,16	8,12
Druckverlust WT	40,40	kPa	
61,88 kW gesamt			
kW sensibel			
kW latent			
Flächenreserve 9,17E-02 %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	260	

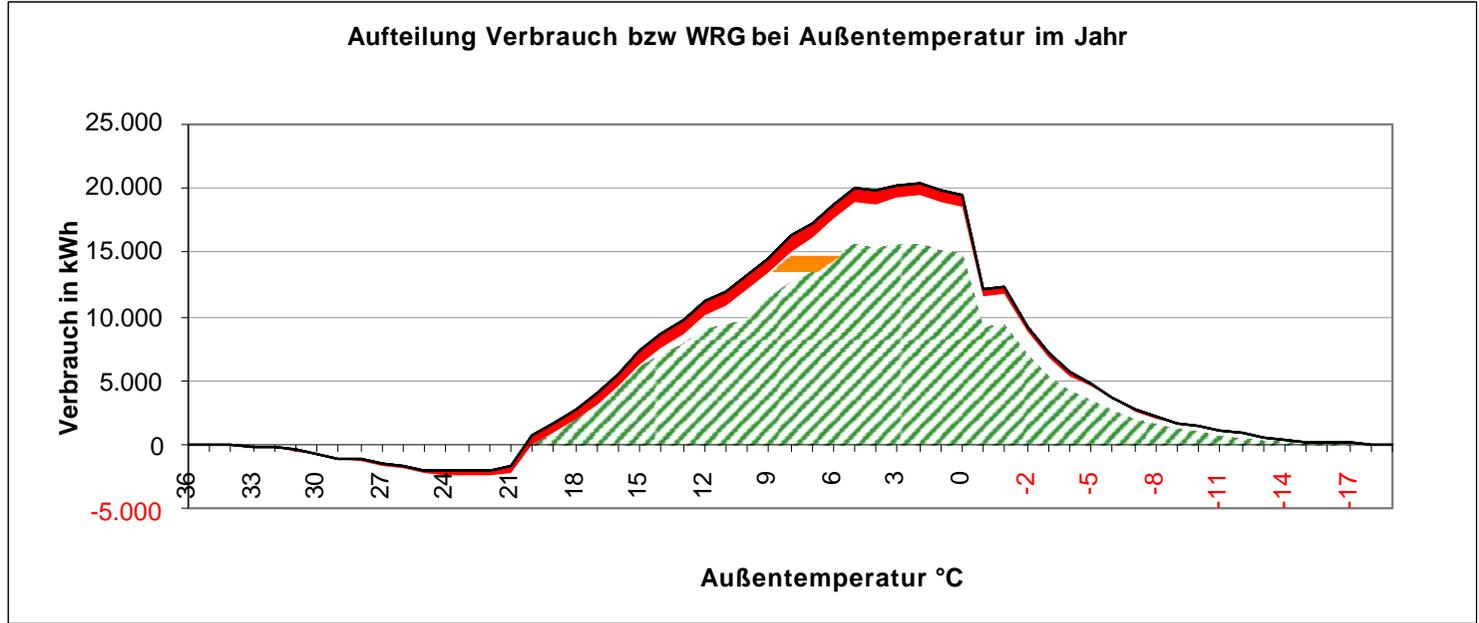
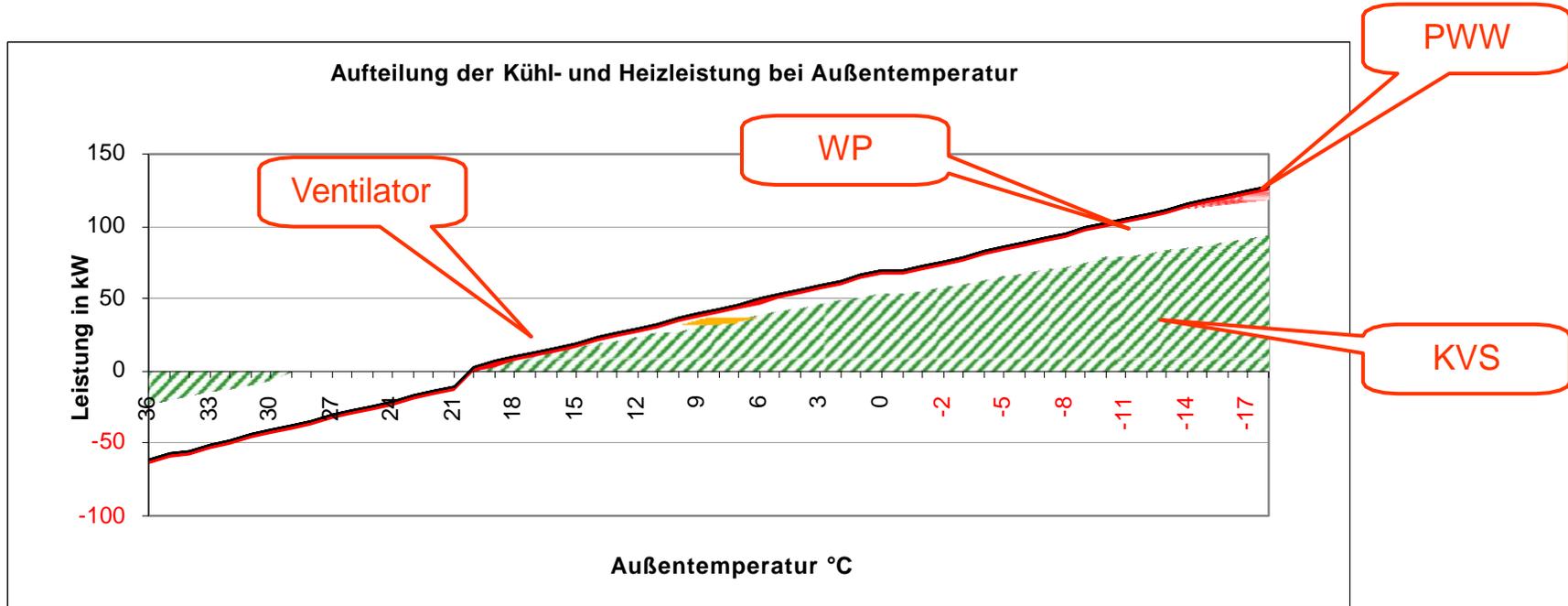
Luftkonditionen Auslegung TRY-Reg  
 TRY Region: Mannheim  
 Gradstunden: 7,1 h/a  
 Höhe NN: 96,00  
 Vergleich  
 schen  
 berechnen



Luft	EIN	AUS	Δ
°C	27,22	29,39	2,17
%rF.	53,01	46,74	0,00
g/kg	12,09	12,09	0,00
kJ/kg	58,23	60,47	-2,23
kg/m³	1,15	1,14	
°C tp	16,77	16,77	
Druckverlust Luft	154,39	Pa	
Wärmeträger			
°C	28,13	25,95	2,18
Druckverlust WT	97,34	kPa	
7,07 kW gesamt			
kW sensibel			
kW latent			
Flächenreserve -5,07E+0: %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	650	

Luft	EIN	AUS	Δ
°C	30,00	17,00	-13,00
%rF.	40,00	87,45	
g/kg	10,69	10,69	0,00
kJ/kg	57,51	44,17	13,35
kg/m³	1,14	1,19	
°C tp	14,87	14,87	
Druckverlust Luft	102,14	Pa	
Wärmeträger			
°C	14,66	28,13	-13,47
Druckverlust WT	96,45	kPa	
-43,71 kW gesamt			
kW sensibel			
kW latent			
Flächenreserve 1,39E+00 %			
Höhe	Breite	Tiefe	
1.212	1.518	660	





# APeSS →

## Verbrauchswerte

APeSS Integral	
Art	Nr.:
Kühlfall	
Kühlenergie LWT	-21.673,51 kWh/a
Kühlenergie 1.Stufe	-592,01 kWh/a
Nacherhitzer	23,79 kWh/a
Zuluftventilator	3.215,78 kWh/a
Abluftventilator	3.637,64 kWh/a
Kaltfluidpumpe	162,71 kWh/a
Warmfluidpumpe	299,00 kWh/a
KVS-P. bzw. Rotor	293,30 kWh/a
Ø COP/a	4,61
Verdichter	4.700,70 kWh/a
Abluftbefeuchter	0,00 m³/a
Fortluftbefeuchter	0,00 m³/a
Heizfall	
Heizenergie LWT	55.416,76 kWh/a
Heizenergie 1.Stufe	232.374,55 kWh/a
Nacherhitzer	0,00 kWh/a
Zuluftventilator	20.294,90 kWh/a
Abluftventilator	23.176,23 kWh/a
Kaltfluidpumpe	2.090,13 kWh/a
Warmfluidpumpe	1.029,60 kWh/a
KVS-P. bzw. Rotor	2.047,33 kWh/a
Ø COP/a	5,75
Verdichter	9.634,17 kWh/a
Zuluftbefeuchter	0,00 kWh/a
Zuluftbefeuchter	0,00 m³/a
1.Stufe solo	
Heizenergie 1.Stufe	5.982,10 kWh/a
Zuluftventilator	2.545,91 kWh/a
Abluftventilator	2.925,24 kWh/a
KVS-P. bzw. Rotor	246,97 kWh/a
Verbrauch gesamt:	
Strom	76.299,60 kWh/a
PKW	0,00 kWh/a
PwW	31,32 kWh/a
Wasser	0,00 m³/a

$$\text{COP} = \frac{\text{Kühlenergie WP}}{\text{Verdichter-Verbrauch}}$$

Entspricht  
0,011 % der Heizenergie vom  
Jahresverbrauch

# APESS →

## Vergleich verschiedener Systeme

	APESS Integral		APESS Rotor 75%		APESS PWT 65%		APESS KVS 75%		APESS KVS 75% ABA	
	Art	Nr.:	Art	Nr.:	Art	Nr.:	Art	Nr.:	Art	Nr.:
<b>Kühlfall</b>										
Kühlenergie LWT	4	1	1	1	2	1	3	3	3	1
Kühlenergie 1.Stufe										
Nacherhitzer										
Zuluftventilator										
Abluftventilator										
Kaltfluidpumpe										
Warmfluidpumpe										
KVS-P. bzw. Rotor										
Ø COP/a										
Verdichter										
Abluftbefeuchter										
Fortluftbefeuchter										
<b>Heizfall</b>										
Heizenergie LWT										
Heizenergie 1.Stufe										
Nacherhitzer										
Zuluftventilator										
Abluftventilator										
Kaltfluidpumpe										
Warmfluidpumpe										
KVS-P. bzw. Rotor										
Ø COP/a										
Verdichter										
Zuluftbefeuchter										
Zuluftbefeuchter										
<b>1.Stufe solo</b>										
Heizenergie 1.Stufe										
Zuluftventilator										
Abluftventilator										
KVS-P. bzw. Rotor										
<b>Verbrauch</b>										
Strom										
PKW										
PWW										
Wasser										

COP 5,78

ca. 500 kWh/a werden durch die adiabatische Kühlung der Abluft eingespart

Wasserverbrauch für die Verdunstung ohne Zuschläge  
38,94 m³/a

Nur rund 18,8% werden von den Verdichtern verbraucht, der Rest wird von den Ventilatoren benötigt

# APESS →

## Energieeffizienz und Wärmerückgewinnung

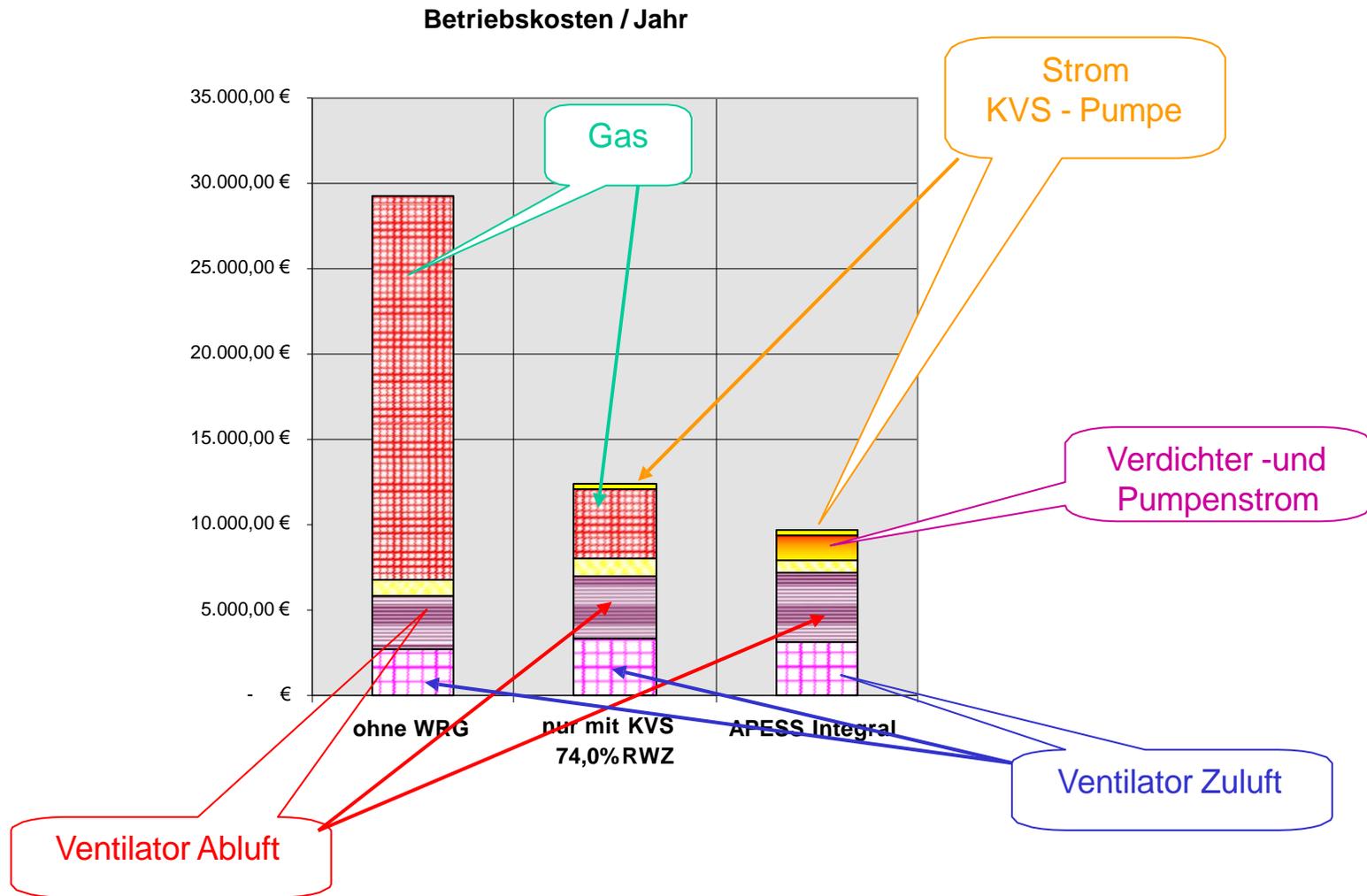
Verbrauch - Vergleich Volllastbetrieb im Jahr										
	APESS Integral		APESS Rotor 75%		APESS PWT 65%		APESS KVS 75%		APESS KVS 75% ABA	
	Art	Nr.:	Art	Nr.:	Art	Nr.:	Art	Nr.:	Art	Nr.:
<b>Kühlfall</b>										
Kühlenergie LWT	-21.673,51	kWh/a	-21.718,05	kWh/a	-21.788,76	kWh/a	-21.631,09	kWh/a	-12.435,63	kWh/a
Kühlenergie 1. Stufe	-592,01	kWh/a	-560,92	kWh/a	-485,32	kWh/a	-643,03	kWh/a	-9.855,40	kWh/a
Nacherhitzer	23,79	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a
Zuluftventilator	3.215,78	kWh/a	3.853,45	kWh/a	3.879,58	kWh/a	3.928,20	kWh/a	3.866,53	kWh/a
Abluftventilator	3.637,64	kWh/a	4.075,22	kWh/a	4.100,47	kWh/a	3.913,49	kWh/a	4.231,23	kWh/a
Kaltfluidpumpe	162,71	kWh/a	220,97	kWh/a	220,97	kWh/a	220,97	kWh/a	220,99	kWh/a
Warmfluidpumpe	299,00	kWh/a	212,04	kWh/a	212,04	kWh/a	212,06	kWh/a	214,50	kWh/a
KVS-P. bzw. Rotor	293,30	kWh/a	5,61	kWh/a	0,00	kWh/a	55,61	kWh/a	301,36	kWh/a
ø COP/a	4,61		4,31		4,31		4,32		5,78	
Verdichter	4.700,70	kWh/a	5.040,52	kWh/a	5.054,18	kWh/a	5.011,80	kWh/a	2.150,86	kWh/a
Abluftbefeuchter	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a	38,94	m³/a
Fortluftbefeuchter	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a
<b>Heizfall</b>										
Heizenergie LWT	55.416,76	kWh/a	49.001,94	kWh/a	80.774,36	kWh/a	49.651,43	kWh/a	47.781,72	kWh/a
Heizenergie 1. Stufe	232.374,55	kWh/a	234.208,10	kWh/a	210.092,39	kWh/a	233.480,16	kWh/a	235.348,77	kWh/a
Nacherhitzer	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a
Zuluftventilator	20.294,90	kWh/a	23.054,67	kWh/a	25.610,74	kWh/a	23.332,59	kWh/a	23.137,24	kWh/a
Abluftventilator	23.176,23	kWh/a	24.640,45	kWh/a	27.355,38	kWh/a	23.451,54	kWh/a	25.579,20	kWh/a
Kaltfluidpumpe	2.090,13	kWh/a	1.378,45	kWh/a	1.512,94	kWh/a	1.377,76	kWh/a	1.377,60	kWh/a
Warmfluidpumpe	1.029,60	kWh/a	1.318,38	kWh/a	1.454,60	kWh/a	1.318,42	kWh/a	1.318,37	kWh/a
KVS-P. bzw. Rotor	2.047,33	kWh/a	2.768,84	kWh/a	0,00	kWh/a	1.897,67	kWh/a	1.896,88	kWh/a
ø COP/a	5,75		6,03		6,27		6,06		6,05	
Verdichter	9.634,17	kWh/a	8.124,99	kWh/a	12.880,42	kWh/a	8.191,02	kWh/a	7.893,68	kWh/a
Zuluftbefeuchter	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a
Zuluftbefeuchter	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a
<b>1. Stufe solo</b>										
Heizenergie 1. Stufe	5.982,10	kWh/a	10.567,77	kWh/a	2.849,18	kWh/a	10.631,13	kWh/a	10.575,54	kWh/a
Zuluftventilator	2.545,91	kWh/a	4.285,89	kWh/a	1.919,52	kWh/a	4.371,46	kWh/a	4.301,02	kWh/a
Abluftventilator	2.925,24	kWh/a	4.581,82	kWh/a	2.050,87	kWh/a	4.409,70	kWh/a	4.756,46	kWh/a
KVS-P. bzw. Rotor	246,97	kWh/a	166,26	kWh/a	0,00	kWh/a	340,77	kWh/a	340,67	kWh/a
<b>Verbrauch gesamt:</b>										
Strom	76.299,60	kWh/a	83.727,57	kWh/a	86.251,71	kWh/a	82.033,05	kWh/a	81.586,56	kWh/a
PKW	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a	-0,37	kWh/a	0,00	kWh/a	0,00	kWh/a
PWW	31,32	kWh/a	1,84	kWh/a	107,85	kWh/a	9,01	kWh/a	7,70	kWh/a
Wasser	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a	0,00	m³/a	38,94	m³/a
<b>Verbrauch Druckverlust Luft</b>										
WRG 1. Stufe	8.498,11	kWh/a	6.526,39	kWh/a	6.885,76	kWh/a	10.122,54	kWh/a	8.499,63	kWh/a
APESS	10.389,26	kWh/a	8.780,37	kWh/a	8.909,01	kWh/a	11.983,20	kWh/a	10.842,63	kWh/a
<b>Jahres-WRG 1. Stufe</b>										
Effizienz WRG 1. Stufe	1,27,22		1,31,05		1,42,86		1,23,77		1,27,35	
Jahres-WRG APESS	99,99 %		100,00 %		99,96 %		100,00 %		100,00 %	
<b>Effizienz WRG APESS gesamt</b>										
	1:11,55		1:13,04		1:11,86		1:11,70		1:12,41	

Wenn die Effizienz  $\geq 1:10$  ist

So gehört die WRG zu den regenerativen Energien

APESS  
zwei-  
stufig

Nur  
1. Stufe  
z.B. KVS



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Ihre Ansprechpartner:**

**Ulrich Winterhoff**

Tel.: 02932 201-3624

Mobil: 0160 92 72 1883

Fax: 02932 201-773624

[u.winterhoff@stadtwerke-arnsberg.de](mailto:u.winterhoff@stadtwerke-arnsberg.de)



**Jan-Eric Hunecke**

Dipl.-Ing. (BA) Versorgungs- und Umwelttechnik

Tel.: 02932 201-3620

Mobil: 0170 22 84 515

Fax: 02932 201-773620

[j.hunecke@stadtwerke-arnsberg.de](mailto:j.hunecke@stadtwerke-arnsberg.de)



Weitere Informationen auch unter der Produktseite und:

[www.apess.de](http://www.apess.de)

