

**Der "COP" des 16 kW-Test-Entfeuchters von Buchs  
oder die "Leistungszahl" der 16 kW-Wärmepumpe  
oder der "Wirkungsgrad" des 16 kW - Entfeuchters**

**Ab dem 10. Oktober 2018 wurde im Wärmepumpentestzentrum WTZ an der Innerstaatlichen Hochschule NTB in Buchs / Schweiz laut Auftrag des Landesgerichtes Klagenfurt vom gerichtlich beideten Sachverständigen der Entfeuchter des Klägers und der RTS-E40-Entfeuchter getestet. Der Entfeuchter des Klägers mit seiner 16 kW-Kompressorleistung hatte bei der Testreihe mit der Ansaugluft von 20,4°C und der 73,6%-rel. Ansaugluftfeuchte folgende Testwerte: 36°C Ausblastemperatur mit einer rel. Feuchte von 21,1%; durchschnittliche Kondenswasserausscheidung: 36,9 kg/h; Luftdurchsatz laut Berechnung: 8.702,83 m<sup>3</sup>/h**

Position	COP - Berechnungsgrundlagen	Daten	Maß
1	Daten aus dem Lehrbuch für das Oberstufengymnasium "Grimsehl Physik II", Seite 98 (Energie für Luftanwärmung und 1. Hauptsatz der Wärmelehre) und Seite 288 ("Einheiten für Energie") unter Berücksichtigung der Daten von Wikipedia laut Beilagen über die spezifische Luftdichte, spezifische Luft-Wärmekapazität und Wasserdampf und die Verdampfungsenthalpie von Dampf (1,85 kJ/kg°C)		
2	Energieberechnung für Luftanwärmung bei konstantem Druck: $Q = c_p \cdot m \cdot \Delta\theta$		
3	$c_p$ = spezifische Wärme der Luft (Energie für Anwärmung von 1 kg um 1° laut Grimsehl-Physik II und laut Wikipedia: 1,0054 kJ / kg.°K (1 kcal = 4,186 kJ); 1,0054 kJ geteilt durch 4,186 kJ = 0,240 kcal	0,240	kcal
4	m = Masse für Luft bei ca. 16°C und in mittlerer Höhenlage laut Wikipedia = 1,22 kg je m <sup>3</sup> (in Meereshöhe und bei 0°C: 1,292 kg/m <sup>3</sup> , auch 1,293 kg/m <sup>3</sup> laut "Grimsehl Physik II")	1,22	kg/m <sup>3</sup>
5	Wassergehalt der Ansaugluft von 20,4°C mit 73,6% rel. Feuchte laut der Feuchtetabelle	13,00	g/m <sup>3</sup>
6	Wassergehalt der austretenden Luft von 36°C mit 21,1 % rel. Feuchte laut der Feuchtetabelle	8,76	g/m <sup>3</sup>
7	Kondenswasserabgabe: 13,00 - 8,76 = 4,24 g/m <sup>3</sup>	4,24	g/m <sup>3</sup>
8	Durchschnittliche Kondenswasserabgabe pro Stunde laut Testergebnis in Buchs	<b>36,90</b>	<b>kg/h</b>
9	Berechnung des nicht genannten Luftdurchsatzes: 36,90 kg/h das sind 36.900 g/h : 4,24 g/m <sup>3</sup> =	<b>8.702,83</b>	<b>m<sup>3</sup> / h</b>
10	$\Delta\theta$ = Temperaturdifferenz (Anwärmung) in °C oder °K laut der Feuchtetabelle: 100% rel. Luft mit 8,76 g hat 8,9°C, Anwärmung auf 36°C ergibt eine Luftanwärmung um 27,1°	<b>27,1</b>	<b>°C</b>
11	$Q = c_p \cdot m \cdot \Delta\theta = 0,240 \text{ kcal} \times 1,22 \times 27,1^\circ = 7,9349 \text{ kcal je m}^3$	7,9349	kcal/m <sup>3</sup>
12	Umrechnung von kcal auf Wattsekunden (Ws) gemäß dem 1. Hauptsatz der Wärmelehre: <b>1 kcal = 4.186 Joule</b> (Grimsehl-Physik II, Seite 98, "Absatz c)") 1 Joule (J) = 1 Newtonmeter (Nm) = 1 Wattsekunde (Ws) - (Grimsehl-Physik II, Seite 288, "Einheiten für die Energie") - <b>Daher gilt: 4.186 J = 4.186 Ws</b>	4.186	Ws/kcal
13	Energie für <b>1 m<sup>3</sup> Luft</b> , Anwärmung um <b>27,1°</b> : 7,9349 kcal x 4.186 = 33.215,41 <b>Joule (J) oder Ws</b>	33.215,41	Ws
14	Umrechnung von "Ws" in Wattstunden "Wh": 1 Ws = das 3.600-stel einer Stunde 33.215,41 Ws geteilt durch 3.600 = 9,2265 Wh Luftanwärmenergie <b>ohne Wassergehalt</b> von 1 m <sup>3</sup> Luft <b>um 27,1°</b>	9,2265	Wh
15	Energie für <b>8.702,83 m<sup>3</sup> Luft</b> ohne Wassergehalt, Anwärmung <b>um 27,1°</b> 9,2265 Wh x 8.702,83 m <sup>3</sup> = 80.2967 Wh = 80,2967 kWh	<b>80,2967</b>	<b>kWh</b>
16	<b>Kontrollrechnung</b> für 8.702,83 m <sup>3</sup> Luftanwärmung um 27,1°: (860 kcal = 1 kWh laut Grimsehl-Physik II, Seite 288 "Einheiten für Energie"); 7,9349 kcal (Position 11) x 8.702,83 : 860 = 80,2976	80,2976	kWh
17	<b>Wassergehalt der Luft bei 100% rel. Feuchte laut der Feuchtetabelle</b>		
18	bei 8,9° C enthält die 100% feuchte Luft 8,76 g Wasser je m <sup>3</sup> laut der Feuchtetabelle	8,76	g/m <sup>3</sup>
19	Wassergehalt in 8.702,83 m <sup>3</sup> Luft in Gramm (8,76 g x 8.702,83 = 76.237 g)	76.237	g
20	Wassergehalt in 8.702,83 m <sup>3</sup> Luft in kg (1kg = 1.000 g; 76.237 g geteilt durch 1.000 = 76,237 kg)	76,237	kg
21	Energiebedarf für die Wasserdampfanwärmung von 76,237 kg um <b>1°C</b> ; 1,85 kJ <b>oder</b> 1,85 kWh (laut Wikipedia) x 76,237 kg = 141,038 kWh geteilt durch 3.600 = 0,0392	0,0392	kWh
22	Energiebedarf für die Wasserdampfanwärmung von 76,237 kg um <b>27,1°C</b> : 0,0392 kWh (laut Pos. 21) x 27,1° = 1,0617 kWh	1,0617	kWh
23	<b>Gesamtenergiebedarf für 8.702,83 m<sup>3</sup> Luft bei 27,1° Anwärmung in mittlerer Höhenlage</b>		
24	Energie für reine Luftanwärmung von 8.702,83 m <sup>3</sup> um 27,1° laut Position 15	80,2967	kWh
25	Energie für die Anwärmung von 76,237 kg in der Luft enthaltenes Wasser gemäß Position 22	1,0617	kWh
26	<b>Anwärmung von 8.702,83 m<sup>3</sup> Luft mit 100% relativer Feuchte um 27,1° in kWh in mittlerer Höhenlage von 500 - 1.000 m Seehöhe: Luft + Wasser</b>	<b>81,3584</b>	<b>kWh</b>
27	Energiebedarf für die Anwärmung von 1 m <sup>3</sup> Luft mit 8,9° und mit 100% relativer Feuchte um 1° in mittlerer Höhenlage 81,3584 : 8.702,83 : 27,1 = 0,000345 kWh = 0,345 Wh	0,345	Wh
28	Energieeinsatz der 16-kW-Wärmepumpe des Klägers laut Buchs-Test vom Oktober 2018	16,00	kW
29	<b>COP der 16 kW-Wärmepumpe: Verhältnis von Luftanwärmungsenergie zu Stromeinsatz: 81,3584 kWh geteilt durch 16 kWh ergibt den COP oder die Leistungszahl oder den Wirkungsgrad bei 20°C Ansaugluft und 73,6% rel. Feuchte von 5,08</b>	<b>5,08</b>	<b>COP</b>