

**Der "COP" (coefficient of performance) des RTS-E40  
oder die "Leistungszahl" der RTS-E40-Wärmepumpe  
oder der "Wirkungsgrad" des RTS-E40-Entfeuchters**

Am 15. und 16. Oktober 2018 wurde im Wärmepumpentestzentrum WTZ an der Innerstaatlichen Hochschule NTB in Buchs / Schweiz der RTS-K40 laut Auftrag des Landesgerichtes Klagenfurt vom gerichtlich beideten Sachverständigen der RTS-E40-Entfeuchter und der 16 kW-Entfeuchter des Klägers getestet. Der RTS-E40 mit seiner 7 kW-Kompressorleistung hatte bei der Testreihe mit der Ansaugluft von **20,3°C** und der 73,6%-rel. Ansaugluftfeuchte folgende Testwerte: **25,7°C** Ausblasttemperatur mit einer rel. Feuchte von **50,1%**; durchschnittliche Kondenswasserausscheidung: **18,7 kg / h** - Luftdurchsatz laut Berechnung: **22.130,18 m<sup>3</sup> / h**

Position	COP - Berechnungsgrundlagen für die RTS - Wärmepumpe "RTS-E40"	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°K)		
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 20,3°C mit 73,6% rel. Feuchte laut der Feuchtetabelle	12,92	g/m <sup>3</sup>
6	Wassergehalt der austretenden Luft von 25,7°C mit 50,1 % rel. Feuchte laut der Feuchtetabelle	12,075	g/m <sup>3</sup>
7	Kondenswasserabgabe: 12,92 g - 12,075 g = 0,845 g/m <sup>3</sup>	0,845	g/m <sup>3</sup>
8	Durchschnittliche Kondenswasserabgabe pro Stunde laut Testergebnis in Buchs	<b>18,70</b>	<b>kg/h</b>
9	Berechnung des Luftdurchsatzes: 18,7 kg/h das sind 18.700 g/h : 0,845 g/m <sup>3</sup> =	<b>22.130,18</b>	<b>m<sup>3</sup> / h</b>
10	$\Delta\theta$ = Temperaturdifferenz (Anwärmung) in °C oder °K laut der Feuchtetabelle: 100% rel. Luft mit 12,075 g hat <b>13,9°C</b> , Anwärmung auf <b>25,7°C</b> ergibt eine Luftanwärmung um <b>11,8°C</b>	<b>11,80</b>	<b>°C</b>
11	$Q = c_p \cdot m \cdot \Delta\theta = 0,240 \text{ kcal} \times 1,22 \times \mathbf{11,8^\circ} = 3,4550 \text{ kcal je m}^3$	3,4550	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>11,8°</b> : 3.4550 kcal x 4.186 = 14.462,80 <b>Joule (J)</b> oder <b>Ws</b>	14.462,80	Ws
14	Umrechnung von "Ws" in Wattstunden "Wh": 1 Ws = das 3.600-stel einer Stunde 14.462,80 Ws geteilt durch 3.600 = 4,0174 Wh Luftanwärmenergie <b>ohne Wassergehalt</b> von 1 m <sup>3</sup> Luft <b>um 11,8°</b>	4,0174	Wh
15	Energie für <b>22.130,18 m<sup>3</sup> Luft</b> ohne Wassergehalt, Anwärmung <b>um 11,8°</b> 4,0174 Wh x 22.130,18 m <sup>3</sup> = 88.9067 Wh = 88,9067 kWh	<b>88,9067</b>	<b>kWh</b>
16	<b>Kontrollrechnung</b> für 22.130,18 m <sup>3</sup> Luftanwärmung um 11,8°: (860 kcal = 1 kWh laut Grimsehl-Physik II, Seite 288 "Einheiten für Energie"); 3.4550 kcal (Position 11) x 22.130,18 : 860 = 88,9077 kWh	88,9077	kWh
17	<b>Wassergehalt der Luft bei 100% rel. Feuchte laut der Feuchtetabelle</b>		
18	bei 13,9° C enthält die 100% feuchte Luft 12,075 g Wasser je m <sup>3</sup> laut der Feuchtetabelle	12,075	g/m <sup>3</sup>
19	Wassergehalt in 22.130,18 m <sup>3</sup> Luft in Gramm (12,075 g x 22.130,18 = 267.222 g)	267.222	g
20	Wassergehalt in 22.130,18 m <sup>3</sup> Luft in kg (1kg = 1.000 g; 267.222 g geteilt durch 1.000 = 267,222 kg)	267,222	kg
21	Energiebedarf für die Wasserdampfanwärmung von 267,222 kg um <b>1°C</b> ; 1,85 kJ oder 1,85 kWhs (laut Wikipedia) x 267,222 kg = 494,36 kWhs geteilt durch 3.600 = 0,1373	0,1373	kWh
22	Energiebedarf für die Wasserdampfanwärmung von 267,222 kg um <b>11,8°C</b> : 0,1373 kWh (laut Pos. 21) x 11,8° = 1,6204 kWh	1,6204	kWh
23	<b>Gesamtenergiebedarf für 22.130,18 m<sup>3</sup> Luft bei 11,8° Anwärmung in mittlerer Höhenlage</b>		
24	Energie für reine Luftanwärmung von 22.130,18 m <sup>3</sup> um 11,8° laut Position 15	88,9067	kWh
25	Energie für die Anwärmung von 267,222 kg in der Luft enthaltenes Wasser gemäß Pos. 22	1,6204	kWh
26	<b>Anwärmung von 22.130,18 m<sup>3</sup> Luft mit 100% relativer Feuchte um 11,8° in kWh in mittlerer Höhenlage von 500 - 1.000 m Seehöhe: Luft + Wasser</b>	<b>90,5271</b>	<b>kWh</b>
27	Energiebedarf für die Anwärmung von 1 m <sup>3</sup> Luft mit 13,9° und mit 100% relativer Feuchte um 1° in mittlerer Höhenlage 90,5271 : 22.130,18 : 11,8 = 0,000347 kWh = 0,347 Wh	0,347	Wh
28	Energieeinsatz der RTS-E40-Wärmepumpe laut Buchs-Test vom 15. - 16. Oktober 2018	7,00	kW
29	<b>COP der RTS-E40-Wärmepumpe: Verhältnis von Luftanwärmungsenergie zu Stromverbrauch: 90,5271 kWh geteilt durch 7 kWh ergibt den COP oder die Leistungszahl oder den Wirkungsgrad bei 20°C Ansaugluft und 73,6% rel. Feuchte von 12,93</b>	<b>12,93</b>	<b>COP</b>