

Berechnung Kältemaschine und Wärmepumpe

Projekt: _____ Bauteil/Position: _____ Bearbeiter: _____

Beispieldokument - Zahlenwerte sind nur im gekauften Pro-Export enthalten.

Gesamtbewertung: in Ordnung - der Gütegrad η_{a_G} liegt in der Erfahrungsspanne --- bis --- ausgeführter Kompressionskälteanlagen.

Eingaben

Betriebsart	---
Vorgabe Kälteleistung Q_0	--- kW
h_1 Verdampferaustritt	--- kJ/kg
h_2 Verdichteraustritt	--- kJ/kg
h_3 Flüssigkeit vor der Drossel	--- kJ/kg
v_{1^*} spezifisches Volumen am Verdichtereintritt	--- m ³ /kg
Verdampfungstemperatur t_0	--- °C
Verflüssigungstemperatur t_c	--- °C

Bewertung

Kriterium	Wert	Grenze	Status
Gütegrad η_{a_G} (Richtwert)	---	---	● im Richtwert

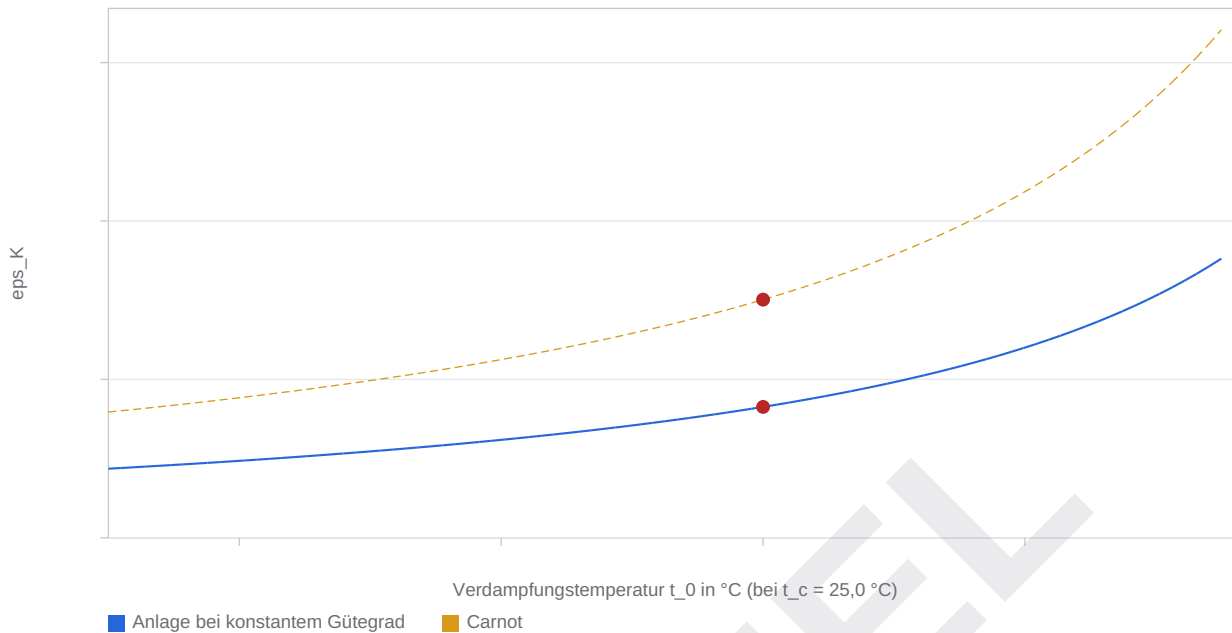
Leistungen und Leistungszahlen

Kälteleistung Q_0	--- kW
Verdichterleistung P	--- kW
Leistungszahl Kälte ϵ_{ps_K}	---
Leistungszahl Wärmepumpe ϵ_{ps_W}	---

Kennwerte

Carnot Kälte $\epsilon_{ps_C,K}$	---
Carnot Wärmepumpe $\epsilon_{ps_C,W}$	---
Heizleistung Q_c	--- kW
Kältemittelstrom $\dot{m}$	--- kg/s
Spez. Kälteleistung q_0	--- kJ/kg
Spez. Verdichterarbeit w	--- kJ/kg
Ansaugvolumenstrom V	--- m ³ /h
Wärmestrom Saugleitung Q_{Saug}	--- kW

Leistungszahl über der Verdampfungstemperatur



Berechnungsgrundlage

Die vier Zustände: Gerechnet wird der linkslaufende Kaltdampfprozess aus vier Enthalpien, die im log-p-h-Diagramm des Kältemittels abgelesen werden - h_1 am Verdampferaustritt, h_1^* am Verdichtereintritt, h_2 am Verdichteraustritt und h_3 für die Flüssigkeit vor der Drossel. Die Drossel arbeitet isenthalp, deshalb ist $h_4 = h_3$ zugleich die Enthalpie am Verdampfereintritt. Ohne eigene Angabe für h_1^* saugt der Verdichter genau den Verdampferaustritt an.

Spezifische Größen: Jede Komponente wird über die Enthalpiedifferenz an ihren eigenen Anschlüssen bilanziert, $q_0 = h_1 - h_3$, $w = h_2 - h_1^*$ und $q_c = h_2 - h_3$. Die Kälteleistung entsteht damit nur im Verdampfer, die Verdichterarbeit erst hinter der Saugleitung, und der Verflüssiger führt das Heißgas bis auf die Flüssigkeitsenthalpie zurück, enthält also Enthitzung, Kondensation und Unterkühlung.

Massenstrom und Leistungen: Die spezifische Kälteleistung q_0 verknüpft die Anlagengröße mit dem Kältemittelstrom, $m = Q_0/q_0$. Daraus folgen $P = m \cdot w$, $Q_c = m \cdot q_c$ und mit dem spezifischen Volumen am Verdichtereintritt der für die Verdichterbaugröße maßgebende Ansaugvolumenstrom $V = m \cdot v_1^*$.

Leistungszahlen und Bilanz: Die Leistungszahl setzt den Nutzen ins Verhältnis zum Aufwand, $\text{eps}_K = Q_0/P$ für die Kältemaschine und $\text{eps}_W = Q_c/P$ für die Wärmepumpe. Nimmt das Sauggas zwischen Verdampferaustritt und Verdichtereintritt Wärme auf, dann ist $Q_{\text{Saug}} = m \cdot (h_1^* - h_1)$; diese Wärme geht in den Verflüssiger, ohne den Verdichter zu belasten. Die Bilanz lautet dann $Q_c = Q_0 + P + Q_{\text{Saug}}$ und eps_W liegt um mehr als eins über eps_K . Deshalb wird eps_W immer aus den tatsächlichen Leistungen gebildet und nie als $\text{eps}_K + 1$ abgekürzt.

Carnot-Vergleich und Gütegrad: Der Carnot-Prozess zwischen denselben Temperaturniveaus liefert die obere Schranke, $\text{eps}_{C,K} = T_0/(T_c - T_0)$ und $\text{eps}_{C,W} = T_c/(T_c - T_0)$ mit T in Kelvin. Der Gütegrad $\eta_G = \text{eps}_K/\text{eps}_{C,K}$ ordnet die erreichte Kältezahle in diesen Rahmen ein. Die Kennlinie über der Verdampfungstemperatur entsteht aus der Carnot-Kurve mit dem als konstant angenommenen Gütegrad des Arbeitspunkts, $\text{eps}(t_0) = \eta_G \cdot \text{eps}_{C}(t_0)$; die abgelesenen Enthalpien gelten nur für genau ein Temperaturpaar.

Gültigkeit: stationärer Kaltdampfprozess aus vier abgelesenen Enthalpien, isenthalpe Drosselung, Rohrleitungen außerhalb der Saugleitung als wärme- und druckverlustfrei angenommen. Ausgegeben wird die innere Verdichterleistung, nicht die Kupplungs- oder Motorleistung; Antriebs- und Ventilatorleistungen sind in den Leistungszahlen nicht enthalten. Die Einordnung des Gütegrads (Erfahrungsspanne – – – bis – – –) ist ein Erfahrungswert ausgeführter Kompressionskälteanlagen und kein Nachweis gegen eine Norm. Quelle der Beziehungen und der Zahlenbeispiele: Langeheinecke/Jany/Thieleke, Thermodynamik für Ingenieure, 6. Auflage, Beispiel 9.2, S. 200 f.

Hinweis: Die Ergebnisse sind Auslegungs- und Orientierungshilfen. Sie ersetzen nicht die eigenverantwortliche Prüfung, Berechnung und Freigabe durch eine fachlich qualifizierte Person. Es gelten die Nutzungsbedingungen auf maschinenbaurechner.de.