

Datei C:\Aufgaben\Thermodynamik\saeetze\krpr\Stirlingpumpe.doc
 Kapitel Thermodynamik ; Kreisprozess
 Titel Stirlingsche Wärmepumpe
 Hinweise: Orear: Kap. 13.6, 14.1, 14.3
 Hering: Kap. 3.3.5,
 Dobrinski: Kap. 2.7.1, 2.7.3
 Alonso Finn: Kap. 13.10, 13.12
 Gesp. am 27.01.2003

Stirlingsche Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe soll nach dem Stirlingschen Kreisprozess arbeiten:

- 2 → 1: isotherme Expansion von V_2 auf V_1 auf bei Temperatur. T_1
- 1 → 4: Wärmezufuhr, Druckerhöhung bei konst. Volumen V_1
- 4 → 3: isotherme Kompression bei Temperatur T_3 bis zum Ausgangsvolumen V_2
- 3 → 2: Wärmeabgabe, Druckerniedrigung bei konst. Volumen V_2

Die bei $3 \Rightarrow 2$ abgegebene Wärme soll vollständig im "Regenerator" gespeichert und bei $1 \Rightarrow 4$ dem Arbeitsgas wieder zugeführt werden.

- a) Skizzieren Sie den Kreisprozess im p-V Diagramm! Bei welchen Schritten wird Wärme/Arbeit zu-/abgeführt?
- b) Bestimmen Sie Druck, Volumen, Temperatur der Zustände 1 bis 4 (Zahlenwerte in Tabelle eintragen!)
- c) Stellen Sie die Energiebilanzgleichung des Kreisprozesses auf! Welche Q_{ij} bzw. W_{ij} sind Null? Zeigen Sie, dass die bei $3 \Rightarrow 2$ abgegebene Wärme gleich der bei $1 \Rightarrow 4$ aufgenommenen Wärme ist! Leiten Sie eine Formel für die (ideale) Leistungszahl (als Funktion von T_1, T_3) der Wärmepumpe her!
- d) Welche Antriebsleistung ist nötig, wenn 8 kW Wärmeleistung abgegeben werden sollen?

Alle Rechnungen zunächst allgemein (Formel!), dann für folgendes Zahlenbeispiel:

$$V_1 = 2,0 \text{ l}; V_2 = 0.5 \text{ l}; T_1 = 280 \text{ K}; T_3 = 320 \text{ K}; p_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Ergebnis: a) b):

Zust.	$p [10^5 \text{ Pa}]$	$V [\text{l}]$	$T [\text{K}]$
1	1	2	280
2	4	0.5	280
3	4,57	0.5	320
4	1,14	2	320

c): $\epsilon_w = \frac{T_3}{T_3 - T_1} = 8$ d): $P = 1 \text{ kW}$