

Wärmekraftmaschinen

1. Welche drei Merkmale definieren den **Carnot'schen Kreisprozess**? In welchem Umlaufsinn muss er im $p - V$ -Diagramm laufen, um als Wärmekraftmaschine Arbeit zu verrichten? Zeigen Sie, dass sein Wirkungsgrad $\eta_C = \frac{T_1 - T_3}{T_1}$ ist!

Beweisen Sie, dass der Carnot'sche Kreisprozess den maximalen Wirkungsgrad aller reversiblen Kreisprozesse zwischen den Grenztemperaturen $T_1 > T_3$ aufweist!

2. Bestimmen Sie für eine Wärmepumpe und einen Kühltank, für deren Kreisprozesse ein Carnot'scher zu Grunde gelegt werden soll, die „Wirkungsgrade“! Welchen Unterschied gibt es hier für diesen Begriff im Vergleich zu einer Arbeit verrichtenden Wärmekraftmaschine? Wie ist es zu interpretieren, dass der Wirkungsgrad (Nutzungskoeffizient) einer Wärmepumpe $\eta_W > 1$ ist?

3. Der Kreisprozess eines **Ottomotors** sei idealisiert beschrieben durch folgende vier als reversibel anzunehmende Teilprozesse:

- a) Ein Benzin-Luft-Gemisch wird adiabatisch komprimiert ($V_1 \rightarrow V_2$).
- b) Das Gemisch verbrennt explosionsartig ohne Volumenänderung ($V_2 = V_3$).
- c) Es erfolgt eine schnelle (adiabatische) Expansion der Verbrennungsgase auf das Ausgangsvolumen ($V_4 = V_1$).
- d) Die Verbrennungsgase entweichen und werden gleichzeitig durch frisches Benzin-Luft-Gemisch verdrängt (isochor).

Stellen Sie das entsprechende $p - V$ -Arbeitsdiagramm des Motors dar!

Berechnen Sie den Wirkungsgrad dieser Maschine, wenn das Kompressionsverhältnis des Motors $\frac{V_1}{V_2} = \varepsilon$ gegeben ist! Berechnen Sie für $\varepsilon = 7$ und 11 den Wirkungsgrad mit einem Wert $\gamma = 1.4$. Zeigen Sie, dass der maximal erreichbare Wirkungsgrad nicht überschritten wird! $(\eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\gamma-1}} < \eta_C)$

4. Berechnen Sie den Kreisprozess eines idealisierten **Dieselmotors** analog der vorangegangenen Aufgabe mit folgenden reversiblen Teilprozessen:

- a) $1 \rightarrow 2$ adiabatische Kompression
- b) $2 \rightarrow 3$ isobarer Prozess des Einspritzens und langsamen Verbrennens
- c) adiabatische Expansion
- d) isochorer Prozess des Ausstoßes der Verbrennungsgase.

Stellen Sie das entsprechende $p - V$ -Arbeitsdiagramm des Motors dar!

Der Dieselmotor sei durch die Parameter Verdichtungsgrad $\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$ und Expansionsgrad $\rho = \frac{V_3}{V_2}$ mit Werten $\varepsilon = 9; 11; 16$ und $\rho = 3$) beschrieben.

$$(\eta = 1 - \frac{1}{\gamma \varepsilon^{\gamma-1}} \frac{\rho^{\gamma} - 1}{\rho - 1})$$

5. Ein **Stirlingmotor** arbeitet ebenfalls mit vier Teilprozessen, wobei sich zwei isochore und isotherme Prozesse abwechseln ($V_1 > V_2, T_1 > T_2$).

Stellen Sie das entsprechende $p - V$ -Arbeitsdiagramm des Motors dar!

Berechnen Sie seinen Wirkungsgrad für das Arbeitsmedium Luft und Temperaturen $T_1 = 340\text{K}$. $T_2 = 290\text{K}$ sowie einem Volumenverhältnis $\frac{V_1}{V_2} = 3$.