

Aufgaben zu Wärmekraftmaschinen, Wirkungsgrad

1) Im Kessel einer Dampfmaschine herrsche bei einer Temperatur von $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ ein Druck von 30 bar. Bei jedem Arbeitstakt wird ein Kolben mit einer Fläche von 0.20 m^2 durch den Dampfdruck um 40 cm verschoben.

- a) Wie gross ist die in einem Arbeitstakt verrichtete Arbeit?
- b) Welche Leistung hat die Dampfmaschine, wenn 600 Arbeitstakte/min erfolgen?

2) Im Fahrzeugausweis eines Autos wird oft der "Hubraum" angegeben. Man versteht darunter das Volumen, das die Kolben des Motors bei einem Arbeitstakt zusammengekommen überstreichen. Ein Auto weise z.B. einen Hubraum von 2.0 L auf und während des Arbeitstaktes herrsche im Zylinder ein mittlerer Druck von 15 bar.

- a) Welche Bedeutung hat die Angabe des Hubraums?
- b) Welche Arbeit verrichtet der 4-Takt-Motor des Autos bei einer Umdrehung?
- c) Welche Leistung erbringt der Motor bei 3000 Umdrehungen pro Minute?

3) Der Temperaturunterschied zwischen den oberen ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) und tieferen ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$) Schichten des Meerwassers soll zur Erzeugung elektrischer Energie verwendet werden.

- a) Wie gross ist der thermodynamische Wirkungsgrad?
- b) Welche Wassermasse wird mindestens pro Sekunde benötigt, wenn eine elektrische Leistung von 1.0 GW erreicht werden soll?

4) Ein Kombinations-Wärmekraftwerk (Gasturbine/Dampfturbine) hat eine Nutzleistung von 240 MW und den rekordhohen Wirkungsgrad von 60 %. Der Gasstrom ist nach der Brennkammer (vor der Turbine) $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ heiss. [NZZ, 1995]

- a) Wie gross ist die Abwärme in Watt?
- b) Wie stark würde damit ein Flüsschen aufgeheizt, das $100\text{ m}^3/\text{s}$ Wasser führt?
- c) Wie hoch ist die Temperatur des kalten Pols der Maschine, wenn man annimmt, der Wirkungsgrad sei maximal? Welche Aussage kann man andernfalls machen?

5) Chinaschilf liefert bis zu 20 Tonnen trockene Biomasse pro Jahr und Hektare, ein vergleichsweise grosser Ertrag. Der Schilf hat Heizwert $H_u \approx 17\text{ MJ/kg}$. Wie gross ist der Wirkungsgrad der Umsetzung von Sonnenenergie in "Schilfenergie"? Vom 1. Mai bis 30. September werden im Schweizer Mittel 2.8 GJ/m^2 eingestrahlt.

6a) Welche kinetische Energie weist das Windsystem der Erde etwa auf? Nehmen Sie dazu an, die Erdatmosphäre habe eine Höhe von 10 km und eine einheitliche Dichte von 0.50 kg/m^3 . Die mittlere Windgeschwindigkeit sei 10 m/s.

- b) Welcher Bruchteil der täglich eingestrahlten Sonnenenergie ist das?

Lösung: 1a) 0.24 MJ b) 2.4 MW 2a)- b) 1.5 kJ c) 75 kW 3a) 7.0 % b) $1.6 \cdot 10^5\text{ kg/s}$
4a) 160 MW b) $0.38\text{ }^{\circ}\text{C}$ c) $T_k \leq 669\text{ K} \hat{=} 396\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5) 1.2 % 6a) $1.3 \cdot 10^{20}\text{ J}$ b) 8.5 %