Aufgabe 4 - Stirling- und Ottomotor

(6 Punkte)

Die beiden skizzierten Kreisprozesse (siehe Abbildung 1) werden jeweils beide mit einem idealen Gas durchgeführt. Man berechne jeweils den Wirkungsgrad $\eta = A_{\mathrm{ab}}/Q_{\mathrm{zu}}$, wobei A_{ab} die *vom System verrichtete* Arbeit (= "Motor") und Q_{zu} die *zugeführte* Wärme bezeichnet.

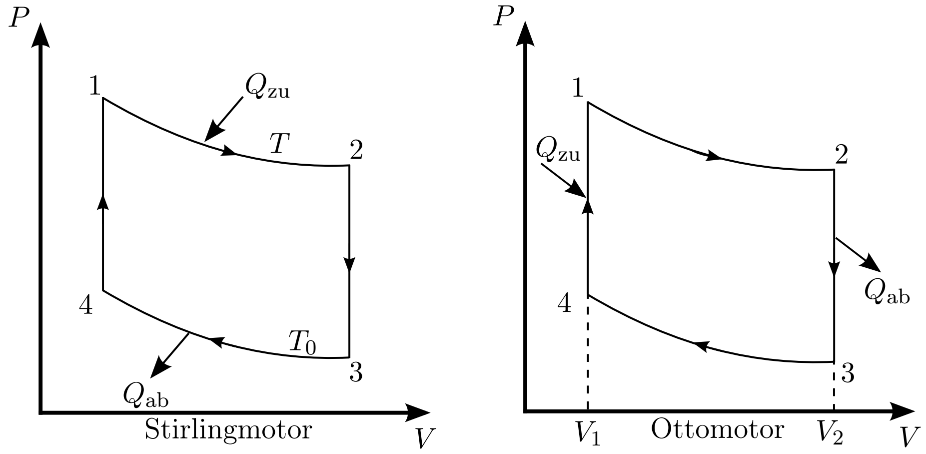

Abbildung 1: (zu Aufg. 4).

- *Ideales Gas:*
$$pV = NRT, \; U = C_V NT \;\; (C_V = \text{const.})$$
- *Stirlingmotor:* Die Kurven (12) und (34) sind Isotherme. Die während der isochoren Entspannung (23) freiwerdende Wärme Q_{23} wird bei der isochoren Verdichtung (41) wieder zugeführt, $Q_{23} + Q_{41} = 0$ (Begründung?). Geben Sie η als Funktion der Temperaturen T und T_0 an.
- *Ottomotor:* Die Kurven (12) und (34) sind Adiabaten. Die Adiabatengleichung für ein ideales Gas lautet: $pV^\gamma = p_0 V_0^\gamma =$ const. (γ: Adiabatenindex). Geben Sie den Wirkungsgrad η als Funktion des Verdichtungsverhältnisses $\epsilon = V_2/V_1$ an.

Aufgabe 5 - Partielle Ableitungen

(2 Punkte)

Gegeben sei die Funktion $f = f(x, y, z)$. Zeigen Sie, dass folgende Gleichungen gelten:

1. $$\left.\frac{\partial y}{\partial x}\right|_{f,z} = -\frac{\partial f/\partial x|_{y,z}}{\partial f/\partial y|_{x,z}}$$

2. $$\left.\frac{\partial x}{\partial y}\right|_{f,z} \cdot \left.\frac{\partial y}{\partial z}\right|_{f,y} \cdot \left.\frac{\partial z}{\partial x}\right|_{f,y} = -1.$$

Aufgabe 6 - Hohlraumstrahlung

(2 Punkte)

Elektromagnetische Strahlung in einem Hohlraum (Volumen V) kann als Photonengas betrachtet werden. Befindet sich die Hohlraumstrahlung im thermischen Gleichgewicht mit der Gefässwand (Temperatur T) gilt: $U = Vu(T)$, $p = u(T)/3$. U ist die innere Energie und p der Druck des Photonengases. Berechnen Sie $u(T)$.
Hinweis: Verwenden Sie die Fundamentalform $TdS = dU + pdV$ und berechnen Sie $S(T)$.