

## Aufgabenblatt 2

### 2.1 Wärmekapazität von Gasen

Der erste Hauptsatz der Thermodynamik läßt sich im Falle von Volumenarbeit  $\delta W = -pdV$  wie folgt konkretisieren

$$dU = \delta Q - pdV . \quad (1)$$

Für die innere Energie nehmen wir im Folgenden an, dass sie als eine Funktion von Temperatur und Volumen dargestellt werden kann, d.h.  $U = U(T, V)$ .

- Wie lautet das totale Differential von  $U$ ?
- Setzen Sie das totale Differential von  $U$  in den ersten Hauptsatz, Gleichung (1) ein, stellen Sie nach  $\delta Q$  um und „teilen“ Sie durch  $dT$ . Was erhalten Sie für

$$C = \left( \frac{\delta Q}{dT} \right) ? \quad (2)$$

- Hält man bei der Bestimmung der Wärmekapazität das Volumen konstant (isochor), so erhält man

$$C_V = \left( \frac{\delta Q}{dT} \right)_V . \quad (3)$$

Leiten Sie diese Größe her.

- Die entsprechende Größe bei konstantem Druck (isobar) heißt

$$C_p = \left( \frac{\delta Q}{dT} \right)_p . \quad (4)$$

Was erhalten Sie dafür?

- Für das ideale Gas sind die innere Energie sowie der Zusammenhang zwischen  $p$ ,  $V$  und  $T$  für einatomige Gase aus der Vorlesung bekannt. Bestimmen Sie  $C_V$  und  $C_p$  für diesen Spezialfall. Ermitteln Sie ebenfalls die Größe

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} , \quad (5)$$

die auch adiabatischer Exponent bzw. Index genannt wird.

## 2.2 Wirkungsgrad des Otto-Motors

Ein Viertakt-Otto-Motor arbeitet nicht als Carnot-Maschine, sondern er hat einen anderen Zyklus, bei dem keine Isothermen sondern Isochoren vorkommen, siehe Abbildung 1.

- a. Zeigen Sie dass der Wirkungsgrad des Otto-Motors

$$\eta = 1 - r^{1-\gamma} \quad (6)$$

ist. Dabei ist  $r = V_1/V_2$  die sogenannte Kompression (Verdichtung) und  $\gamma = C_p/C_V$ . Nehmen Sie an, dass das Arbeitsmedium in guter Näherung ein ideales Gas ist.

- b. Diskutieren Sie die Rolle der Verdichtung für den Wirkungsgrad.

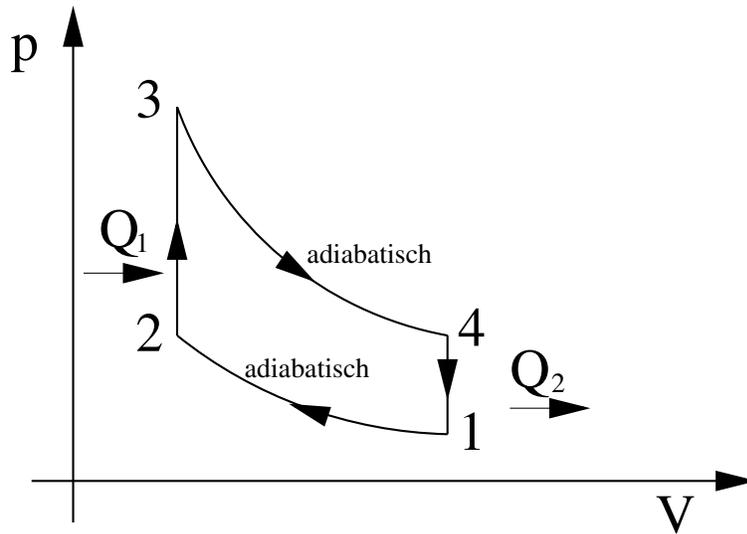


Abbildung 1: Zyklus eines Ottomotors aus adiabatischer Kompression ( $1 \Rightarrow 2$ ), isochorer Erwärmung ( $2 \Rightarrow 3$ ), adiabatischer Expansion ( $3 \Rightarrow 4$ ) und isochorer Abkühlung ( $4 \Rightarrow 1$ ).