

Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Theoretische Physik III WS 2007/2008	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de
--	---	---

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 δQ 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.

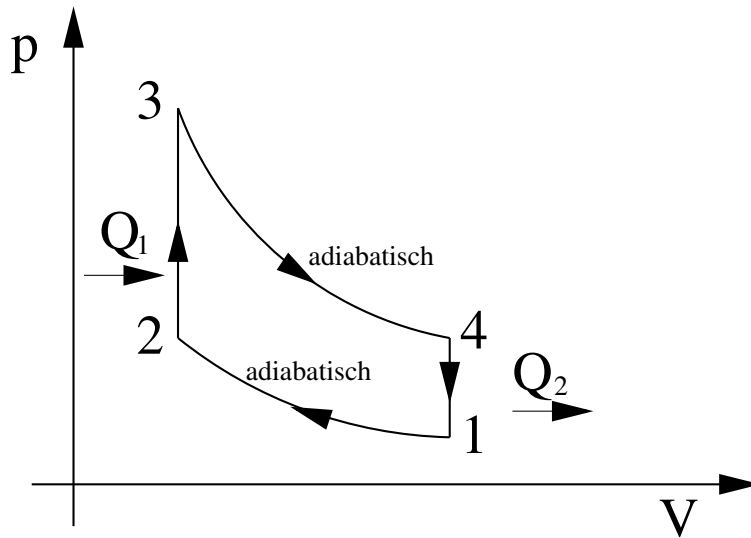


Abbildung 1: Zyklus eines Ottomotors aus adiabatischer Kompression ($1 \Rightarrow 2$), isochorer Erwärmung ($2 \Rightarrow 3$), adiabatischer Expansion ($3 \Rightarrow 4$) und isochorer Abkühlung ($4 \Rightarrow 1$).