

Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure I
Prof. Dr. H. Kersten, SS 2013
Blatt 21 – zu bearbeiten bis zum 11.06.2013

Da bei einem Hubkolben-Verbrennungsmotor die Verdichtung der angesaugten Luft sehr schnell erfolgt, kann man in guter Näherung davon ausgehen, dass bei der Kompression kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet; es liegt also eine sogenannte adiabatische Kompression vor. Für eine adiabatische Kompression gilt folgender Zusammenhang zwischen Druck und Volumen: $p \cdot V^\kappa = \text{const.}$ bzw. $p_1 \cdot V_1^\kappa = p_2 \cdot V_2^\kappa$. Dabei ist κ der sog. Isentropenkoeffizient, und es gilt $\kappa = 1 + 2/f$, wobei f die Zahl der Freiheitsgrade des idealen Gases angibt. Für Luft gilt $f = 5$. Berechnen Sie in dieser Aufgabe den Druck und die Temperatur der im Zylinder komprimierten Luft sowie die dafür notwendige Kompressionsarbeit. Unmittelbar vor Beginn der Verdichtung befindet sich im Zylinder Luft mit einem Volumen von $V_1 = 0.5 \text{ l}$ bei einem Druck von $p_1 = 1000 \text{ hPa}$ und einer Temperatur von $T_1 = 80^\circ\text{C}$. Dieses Luftvolumen wird durch die Kolbenbewegung um den Faktor 20 auf $V_2 = 0.025 \text{ l}$ verdichtet.

1. Berechnen Sie den Druck p_2 im Zylinder nach vollständig abgeschlossener Kompression des Zylindervolumens auf $V_2 = 0,025 \text{ l}$
2. Berechnen Sie die Temperatur T_2 für die komprimierte Luft, indem Sie die Gleichung für die adiabatische Kompression mit Hilfe der Zustandsgleichung für ideale Gas so umformen, dass Sie einen Zusammenhang zwischen Temperatur und Volumen erhalten.
3. Berechnen Sie abschließend die Arbeit, die aufgewendet werden muss, um die Kompression durchzuführen. Gehen Sie dazu von der Gleichung

$$W_{1,2} = - \int_{V_1}^{V_2} p \, dV$$

aus, und nutzen Sie den oben gegebenen Zusammenhang zwischen Druck und Volumen, um die Funktion $p(V)$ für die adiabatische Kompression zu erhalten.

4. Wie lautet der erste Hauptsatz der Thermodynamik in Text- und Gleichungsform? In welche Energieform wird die für die Verdichtung notwendige Arbeit bei der hier vorliegenden adiabatischen Kompression umgewandelt? Begründen Sie Ihre Aussage mit Hilfe des ersten Hauptsatzes!