

Abiturprüfung ab 2015	Berufliches Gymnasium (TG)
Formelsammlung Energietechnik	1.5.1 Mechatronik

1. Erster Hauptsatz der Wärmelehre

allgemein

$$Q+W = \Delta U$$

Isobarer Prozess ($p = \text{konst.}$)

$$Q = c_p \cdot m \cdot \Delta T$$

Isochorer Prozess ($V = \text{konst.}$)

$$Q = c_v \cdot m \cdot \Delta T$$

Isothermer Prozess ($T = \text{konst.}$)

$$Q = -W$$

Adiabater Prozess

$$Q = 0$$

Kreisprozess

$$\sum Q + \sum W = 0$$

Q: ausgetauschte Wärmemenge in J

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ t SKE} = 2,93 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

q: ausgetauschte spezifische Wärmemenge in kJ/kg

W: Arbeit in J

w: spezifische Arbeit in kJ/kg

U: Innere Energie

T: absolute Temperatur in K ($273 \text{ K} \Leftrightarrow 0 \text{ }^\circ\text{C}$)

c_p : spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck

$$\text{in } \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

c_v : spezifische Wärmekapazität bei konstantem Volumen

$$\text{in } \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

2. Zustandsänderungen idealer Gase

Allgemeine Gasgleichung

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{konst.} \quad p \cdot V = m \cdot R_i \cdot T$$

p: Druck

V: Volumen

m: Masse

R_i : spezifische Gaskonstante in $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

W_{12} : verrichtete Arbeit bei Zustandsänderung von 1 nach 2

Isobarer Prozess

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad W_{12} = -p \cdot \Delta V$$

κ : Adiabatenexponent; $\kappa = \frac{c_p}{c_v}$

Isochorer Prozess

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad W_{12} = 0$$

Isothermer Prozess

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$W_{12} = -m \cdot R_i \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} = -m \cdot R_i \cdot T \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}$$

Gas	c_p	c_v	R_i
Kohlendioxid	0,844	0,655	0,189
Luft	1,005	0,718	0,287
Sauerstoff	0,917	0,658	0,260
Stickstoff	1,038	0,741	0,297

Adiabater Prozess

$$p \cdot V^\kappa = \text{konst.} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left[\frac{p_1}{p_2} \right]^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = \left[\frac{V_2}{V_1} \right]^{\kappa-1}$$

$$W_{12} = -\frac{m \cdot R_i}{1-\kappa} \cdot (T_2 - T_1) = -\frac{m \cdot R_i \cdot T_1}{1-\kappa} \cdot \left[\left[\frac{V_1}{V_2} \right]^{\kappa-1} - 1 \right] = -\frac{m \cdot R_i \cdot T_1}{1-\kappa} \cdot \left[\left[\frac{p_2}{p_1} \right]^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right]$$

3. Thermischer Wirkungsgrad: $\eta_{th} = 1 - \frac{|Q_{ab}|}{Q_{zu}} = \frac{W_{nutz}}{Q_{zu}}$