

$$\text{Druckverhältnis } \pi = p_D/p_S = (p_{Dü} + p_b)/p_S \\ = (6 + 1)/1 = 7$$

a) Ungekühlt:Spezifische Verdichtungsarbeit:Ideal, d.h. isentrop nach Tab. 8-1:

$$w_{t,s} = \frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot R \cdot T_S \cdot \left[\pi^{(\kappa-1)/\kappa} - 1 \right]$$

$$w_{t,s} = \frac{1,4}{1,4-1} \cdot 287 \cdot 293 \cdot \left[7^{(1,4-1)/1,4} - 1 \right] \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot \text{K} \right]$$

$$w_{t,s} = 218866,73 \text{ J/kg} \approx 219 \text{ kJ/kg}$$

Real, d.h. polytrop mit $n > \kappa$ oder Schaufelungswirkungsgrad η_{Sch} . Hierbei sind Erfahrungswerte für n bzw. η_{Sch} zu setzen.

Mit angenommen $\eta_{\text{Sch}} \approx 0,85$ (Gl. 8-121) wird

$$w_t = w_{t,s} / \eta_{\text{Sch}} = 219 / 0,85 = 258 \text{ kJ/kg}$$

Mit angenommen

$$n = 1,6 \quad w_t = \frac{1,6}{1,6-1} \cdot 287 \cdot 293 \cdot \left[7^{(1,6-1)/1,6} - 1 \right] = 241 \text{ kJ/kg}$$

$$n = 1,8 \quad w_t = \frac{1,8}{1,8-1} \cdot 287 \cdot 293 \cdot \left[7^{(1,8-1)/1,8} - 1 \right] = 260 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{also } n = 1,8 \text{ bei } \eta_{\text{Sch}} = 0,85$$

Verdichtungsendtemperatur: Aus Isentropen- bzw. Polytropenbeziehung zusammen mit Gasgleichung.

$$\text{Isentrop: } T_{D,s} = T_S \cdot \pi^{(\kappa-1)/\kappa} = 293 \cdot 7^{(1,4-1)/1,4} [\text{K}] \\ T_{D,s} = 510,9 \text{ K}$$

$$\text{Polytrop: } T_D = T_S \cdot \pi^{(n-1)/n} = 293 \cdot 7^{(1,8-1)/1,8} [\text{K}] \\ T_D = 695,8 \text{ K}$$

Wärmeabfuhr: Nicht vorhanden, da ungekühlt.b) Vollgekühlt:Spez. Verdichtungsarbeit:Ideal, d.h. isotherm nach Tab. 8-1:

$$w_{t,T} = R \cdot T_S \cdot \ln \pi = 287 \cdot 293 \cdot \ln 7 \left[\frac{\text{J}}{(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot \text{K}} \right] \\ = 163633,5 \text{ J/kg} \approx 164 \text{ kJ/kg}$$

Real, d.h. mit Verlusten, wobei durch verstärkte Kühlung die Temperatur konstant gehalten wird.

$$w_t = w_{t,T} / \eta_{\text{Sch}} = 164 / 0,85 = 193 \text{ kJ/kg}$$

Verdichtungsendtemperatur: $T_D = T_S$ (isotherm!)

Spez. Wärmeabfuhr: Da h und u konstant (Isotherme), muß die gesamte zugeführte Verdichtungsarbeit als Wärme abgeführt werden.

$$\text{ideal} \quad q = w_{t,T} = 164 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{real} \quad q = w_t = 193 \text{ kJ/kg}$$

c) Teilgekühlt: $n < \kappa$. Angenommen Kühlung so, daß $n = 1,2$ Spez. Verdichtungsarbeit: Nach Tab. 8-1:

$$w_t = \frac{n}{n-1} \cdot R \cdot T_S \cdot \left[\pi^{(n-1)/n} - 1 \right]$$

$$w_t = \frac{1,2}{1,2-1} \cdot 287 \cdot 293 \cdot \left[7^{(1,2-1)/1,2} - 1 \right] \left[\frac{\text{J}}{(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot \text{K}} \right]$$

$$w_t = 193285 \text{ J/kg} \approx 193 \text{ kJ} \quad (\text{wie real zuvor!})$$

Verdichtungsendtemperatur: Wie zuvor

$$T_D = T_S \cdot \pi^{(n-1)/n} = 293 \cdot 7^{(1,2-1)/1,2} [\text{K}] = 405,2 \text{ K}$$

Spez. Wärmeabfuhr:

$$q = c_n \cdot \Delta T = c_n \cdot (T_D - T_S)$$

$$c_n = c_v \cdot |(n-\kappa)/(n-1)|$$

$$\text{Nach Tafel 14} \quad c_v = 718 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$$

$$c_n = 718 \cdot |(1,2-1,4)/(1,2-1)| = 718 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$$

$$q = 718 \cdot (405,2 - 293) [\text{J/kg}] = 80560 \text{ J/kg}$$

$$q \approx 80,6 \text{ kJ/kg}$$

Vergleich der VerdichtungsarbeitenVollgekühlt $w_{t,T} = 100 \%$ gesetzt. Dann betragenUngekühlt $w_{t,s} = 133 \%$ Teilgekühlt $w_t = 118 \%$