

Übungsaufgaben 2: Bewertung der Verbrennung

1. Trockenes Holz kann durch die Summenformel $C H_{1,44} O_{0,66}$ bzw. durch die Massenzusammensetzung von $C' : H' : O' = 50 : 6 : 44$ charakterisiert werden. Bestimmen Sie Heizwert und Brennwert des trockenen Brennstoffes (Heizwert mit Hilfe der Näherungsgleichung von Boie).
Welche Werte haben Holzfeuchte, Heizwert und Brennwert bei einem Wasseranteil des Holzes von 40%?
2. Ein Verbraucher benötigt kontinuierlich einen Wärmestrom $\dot{Q}_{Nutz} = 500 \text{ kW}$, der durch eine Holzhackschnitzel-Heizung bereitgestellt wird. Der feuchte Brennstoff hat einen Heizwert von $H_i = 10 \text{ MJ/kg}$, zur Verbrennung wird pro kg Brennstoff eine Luftmenge von 4,6 kg benötigt. (Die Angaben zu Brennstoff und Luftmenge beziehen sich auf Holz, $W = 0,4$ und $\lambda = 1,3$) Berechnen Sie die benötigten Brennstoff- und Luft- und Abgas-Massenströme, wenn der Ofen mit einem Kesselwirkungsgrad $\eta_K = 0,85$ arbeitet. Die mittlere spezifische Wärmekapazität des (feuchten) Abgases kann mit $c_{pGm} = 1,2 \text{ kJ/(kg K)}$ angenommen werden.
Mit welcher Temperatur tritt das Abgas aus dem Kessel aus, wenn davon ausgegangen wird, dass die Verluste ausschließlich durch den Abgasstrom verursacht werden?
3. Berechnen Sie die adiabate Verbrennungstemperatur für den Brennstoff aus Aufgabe 1, wenn der Heizwert des Brennstoffes beträgt $H_i = 10 \text{ MJ/kg}$ beträgt und mit einer brennstoffbezogenen Luftmenge $M_L = 4,6 \text{ kg L/kg B}$ verbrannt wird.
4. Berechnen Sie für den Kessel aus Aufgabe 2 ($\dot{Q}_{Nutz} = 500 \text{ kW}$, $\dot{H}_B = 588,2 \text{ kW}$, $\dot{H}_G = 88,2 \text{ kW}$, $T_{adv} = 1761 \text{ K}$, $t_G = 223 \text{ °C}$, $c_{pGm} = 1,2 \text{ kJ/(kg K)}$) die energetischen und exergetischen Verlustgrade ($\varepsilon_{Ven/ex}$), die entstehen durch
 - den Verbrennungsprozess ($\varepsilon_{V,V}$),
 - die Wärmeübertragung vom Rauchgas an das Heizungswasser ($\varepsilon_{V,WU}$), und
 - das Abgas ($\varepsilon_{V,G}$).Vergleichen Sie die Einzelverluste und den Wirkungsgrad bei energetischer und exergetischer Betrachtung.

Welchen Einfluss hat die Veränderung der Wärmenutzung von einer Dampferzeugung bei $t_{Nutz} = 200 \text{ °C}$ auf einen Heizwärmebedarf bei einer konstanten (Mittel-)Temperatur von $t_{Nutz} = 27 \text{ °C}$ (z.B. Heizungswasser)?