

## Übungsserie 1

### Aufgabe 1

Die folgende Aufgabe behandelt den Vergleich zwischen zwei Brennstoffen, ein Alkan und ein Alkohol.

#### Annahmen und Vereinfachungen:

- Die Verbrennung ist vollständig
- Die Gase können als ideale Gase angesehen werden

#### Weitere Angaben:

- Molare Masse  $\text{CO}_2$ : 44 g/mol
  - Molare Masse  $\text{H}_2\text{O}$ : 18 g/mol
  - Molare Masse  $\text{O}_2$ : 32 g/mol
  - Molare Masse  $\text{N}_2$ : 28 g/mol
- a) Ändere die allgemeine Oxidationsgleichung für Kohlenwasserstoffe so um, dass sie auch für Alkohole ( $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ ) gültig ist ( $\lambda \geq 1$ ). Was passiert für  $\lambda < 1$ ?
- b) Berechne Massenverhältnis ( $m_{\text{Luft}}/m_{\text{Brennstoff}}^{\text{stöch}}$ ) für Ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ).
- c) Berechne das Massenverhältnis ( $m_{\text{Luft}}/m_{\text{Brennstoff}}^{\text{stöch}}$ ) für Ethan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) und vergleiche das Resultat mit dem Ergebnis aus b). Was fällt auf? Begründe deine Aussagen!
- d) Ermittle die Enthalpie der Produkte aus Aufgabe b) und c) bei einer Temperatur von 1400 K für  $\lambda = 1$  pro kg Rauchgas (Produkte).

## Aufgabe 2

In einem idealen, adiabaten Reaktor wird Methan ( $\text{CH}_4$ ) mit Luft bei konstantem Druck verbrannt.

- Schreibe die Reaktionsgleichung in Funktion von  $\lambda$ .
- Schätze die Bildungsenthalpie von  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{NH}_3$  anhand der verschiedenen Verbindungsenergien (O-H, H-H und O=O resp. H-H,  $\text{N}\equiv\text{N}$  und N-H) und vergleiche das Resultat mit dem Wert aus den Tabellen. Ist die Abschätzung sinnvoll?
- Berechne für die Reaktion in a) die freigesetzte Energie in  $\text{MJ/kg}_{\text{CH}_4}$  für  $\lambda = 0.8, 1$  und  $2$ . Woher kommt bzw. wohin geht diese freigesetzte Energie?
- Berechne die Partialdrücke der einzelnen Komponenten im Rauchgas bei einem  $\lambda$  von  $2$  und einem Druck von  $20$  bar in der Brennkammer.

Verbindungsenergien in  $[\text{kJ/kmol}]$ :

H-H	$4.36 \cdot 10^5$
O-H	$4.56 \cdot 10^5$
O=O	$4.98 \cdot 10^5$
$\text{N}\equiv\text{N}$	$9.44 \cdot 10^5$
N-H	$3.60 \cdot 10^5$

## Aufgabe 3

In einer Gasturbine (offenes System) wird durch Verbrennung eines Kraftstoffes mit Luft Wärme erzeugt. Die chemisch freigesetzte Leistung beträgt  $100\text{MW}$ . Bei der Gasturbine gehen  $10\%$  dieser Leistung als Wandwärmeverluste verloren, weitere  $50\%$  gehen als Abwärme im Abgas verloren.

- Formuliere den ersten Hauptsatz für das gegebene System.
- Berechne die thermische Leistung und den thermischen Wirkungsgrad der Gasturbine.