

Inhalt:

- 1) Abgas-Werte, **ein Maß für die Qualität der Verbrennung** (Luft-Überschuss, Luftzahl, λ)
 - A) $\lambda = 1$
 - B) $\lambda > 1$
 - C) $\lambda < 1$

2) **Beurteilung der Messwerte am Öl-Kessel**

§ A, § L, RZ, CO₂, Abgasverlust, **Aufgabe mit ausführlicher Lösung**

1) Mit der “Abgas-Messung” erkennt man wie gut die Verbrennung ist. Hierbei spielt der Luft-Überschuss eine zentrale Rolle. Mit der Luft kommt der Sauerstoff an die Flamme.

A) Wenn genau so viel Sauerstoff wie gerade nötig ist zu geführt wird, nennt man das Verhältnis von Brennstoff und Sauerstoff “stöchiometrisch”. Dann herrscht kein Sauerstoff- (Luft-) Überschuss und kein Mangel. Dann ist der Wert für Lambda (Luftzahl = 1). Diese Luftmenge reicht aus, wenn die Verbrennung perfekt ist, wenn alles optimal funktioniert (ideale Vermischung und genug Zeit für die Verbrennung). Da in der Realität nie alles perfekt funktioniert wird immer ein λ größer 1 eingestellt. Es hat sich gezeigt, dass bei geringem Luftüberschuss die Verbrennung viel besser ist als wenn nur gerade so viel Luft hinzu gegeben wird wie theoretisch gerade nötig wäre.

B) Wenn mehr Sauerstoff (Luft) als unbedingt nötig ist zugeführt wird, nennt man das “Luft-Überschuss”, dann ist der Wert für $\lambda > 1$ (größer als 1). Dann ist man auf der sicheren Seite. Der Brennstoff wird vollständig verbrannt (fast kein Ruß), allerdings entsteht bei zu geringem Luftüberschuss auch das giftige NO_x (Stickoxid) und der Wirkungsgrad sinkt (wird kleiner, schlechter). Bei großem Luftüberschuss entsteht auch CO, da nicht genug Zeit für die Verbrennung vorhanden ist. Je mehr Luft durch den Brennraum gedrückt wird, desto schneller strömt das brennende Öl-Luft-Gemisch auch wieder aus dem Brennraum in den Kamin heraus.

C) Wenn weniger Sauerstoff (Luft) als unbedingt nötig ist zugeführt wird, nennt man das “Luft-Mangel”, dann ist der Wert für $\lambda < 1$ (kleiner als 1). Dann ist man auf der unsicheren Seite. Der Brennstoff wird unvollständig verbrannt (es wird nicht alles verbrannt), es entstehen störende Stoffe (zB. Ruß) und sogar giftige Stoffe (zB. CO (Kohlen-Monoxid)).

Die richtige Luftzahl ist abhängig von dem Brenner und dem Brennraum. Der einzustellende Luftüberschuss (die richtige Luftzahl λ) findet man in Tabellen.

Bei der Einstellung des Öl-Brenners wird zuerst der Öl-Druck nach Tabelle (Herstellerunterlagen), dann wird die Luftzufuhr (Luftklappe) von großer Luftzufuhr (nach Herstellerangabe) langsam verringert, bis im Abgas der CO-Anteil 80 bis 100 PPM beträgt, (Kipp-Punkt), dann wird 10% dazu gegeben. ZB. $\lambda = 1,02$ dann wird 1,12 eingestellt (bei geringem Kaminzug). Der selbe Brenner brauchte bei starkem Kaminzug ein λ von 1,21.

2)**Aufgabe:**

Gegeben: Ölbrenner (25 kW, kein neues Gerät) mit folgenden Messwerten:

$$\vartheta_A = 223 \text{ °C}, \quad \vartheta_L = 21 \text{ °C}, \quad RZ = 2, \quad CO_2 = 8,9 \%$$

- 1 Wie heißen diese Werte (in Worten aufschreiben).
- 2 Beurteile diese Messwerte!
- 3 Wie groß sind die Sollwerte für diese Messwerte?
- 4 Berechne die Luftverhältnis-Zahl λ
- 5 Wie groß ist der Luft-Überschuss in % ?
- 6 Ist ein Luft-Überschuss nötig?
- 7 Was passiert wenn der Luft-Überschuss zu groß wird?
- 8 Wie groß ist der Abgas-Verlust?
- 9 Wie groß darf der Abgas-Verlust sein?
- 10 Ist der Abgas-Verlust dieser Anlage in Ordnung?

Lösung:

Zu 1 und 2 und 3)

ϑ_A = Abgas-Temperatur

$\vartheta_A = 223 \text{ °C}$ ist viel zu hoch (Sollwert: ca 150 bis 180 °C)

ϑ_L = Luft-Temperatur (kein Sollwert, Raumtemperatur)

RZ = Ruß-Zahl

RZ = ist viel zu hoch (0 bei Neugerät, 1 bei älterem Gerät)

CO_2 = Kohlen-Dioxid (Kohlenstoff-Dioxid)

$CO_2 = 8,9 \%$ ist zu niedrig (Sollwert: 12 bis 14 %)

Zu 4 und 5 und 6 und 7

$$\lambda = \frac{CO_2 \text{ max}}{CO_2}$$

$$\lambda = \frac{15,4 \text{ \%}}{8,9 \text{ \%}}$$

$\lambda = 1,73$ (viel zu hoch, λ sollte zwischen 1,1 und 1,3 sein)

Luft-Überschuss = 73 %

Ein Luftüberschuss ist immer nötig, da sonst zuviel CO entsteht.

Wenn der Luft-Überschuss zu groß wird, geht zu viel Wärme verloren („mit geschleppte Luft“ wird erwärmt und geht durch den Kamin wieder heraus ohne an der Verbrennung teilgenommen zu haben)

Zu 8 und 9 und 10

$$q_A = (\vartheta_A - \vartheta_L) \cdot \left(\frac{A_1}{CO_2} + B \right) \quad \text{mit } A_1 = 0,5 \text{ und } B = 0,007$$

die Temperaturen in °C,

die CO_2 -Konzentration in %

$$q_A = (223 - 21) \cdot \left(\frac{A_1}{8,9} + B \right)$$

$$q_A = (223 - 21) \cdot \left(\frac{0,5}{8,9} + 0,007 \right)$$

$$q_A = (202) \cdot (0,056 + 0,007)$$

$$q_A = (202) \cdot (0,06317)$$

$$q_A = 12,76 \%$$

$$q_A \approx 13 \%$$

Erlaubt sind:

$$4 \text{ bis } 25 \text{ kW} = 11 \%$$

$$26 \text{ bis } 50 \text{ kW} = 10 \%$$

$$\text{größer als } 50 \text{ kW} = 9 \%$$