

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

### Allgemeine Betrachtungen

Homogene und heterogene Verbrennung

Fette und magere Verbrennung

Wie hoch muss mindestens der Luftüberschuss sein?

Brennstoff-Partikelgröße und Verbrennungsqualität

### Heizölfeuerungen

Sprayverbrennung, Gelbbrenner

Heizölverbrennung mit Blaubrenner

Spraycharakterisierung

Brennstoffzerstäubung

Zerstäubung von Heizöl EL mit Druckdralldüse

**Tropfenverdampfung, D<sup>2</sup>-Gesetz**

Ölbrenner

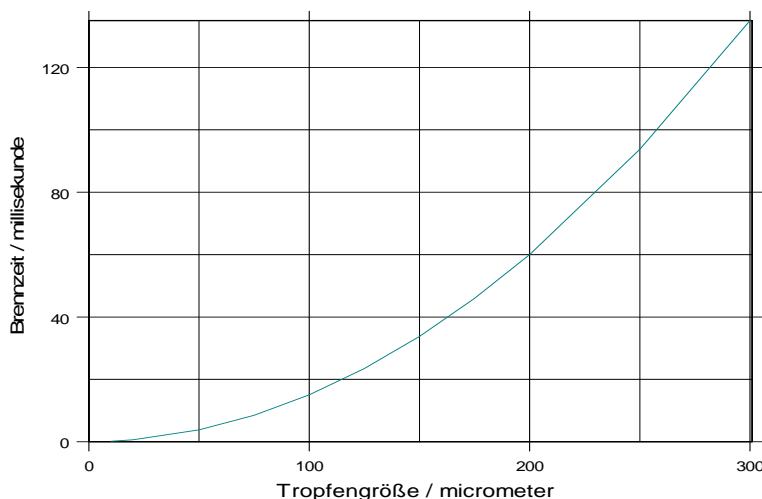
### Feststofffeuerungen

Brennstoffaufbereitung bei Feststoffverbrennung

Klassifizierung der Feststofffeuerungen

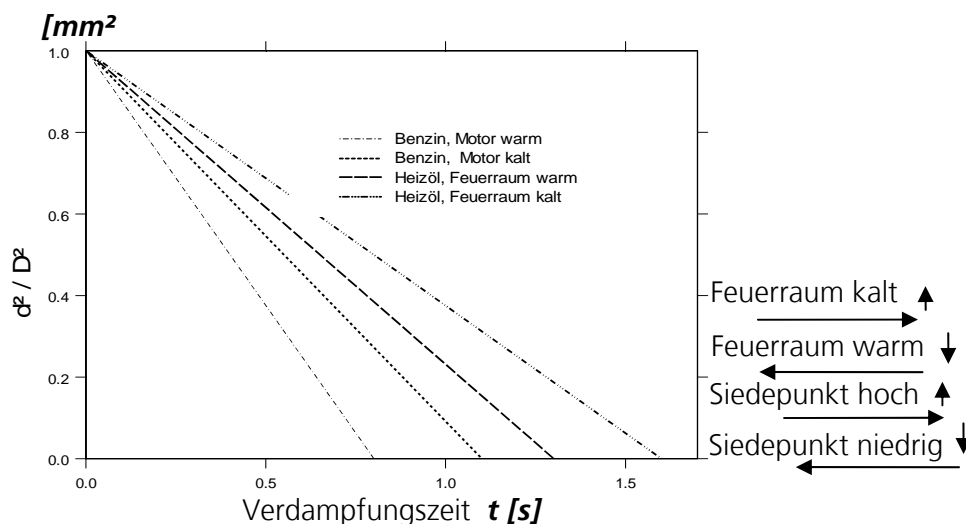
## Tropfenverdampfung, D<sup>2</sup>-Gesetz

Wenn bei der Tropfenverdampfung die Wärmezufuhr aus der Umgebung in den Tropfen konstant ist, nimmt die Fläche des verdampfenden Tropfens linear ab. Dies ist identisch mit einer linearen Abnahme des Durchmesserquadrats → **D<sup>2</sup>-Gesetz**. Nach diesem Gesetz ist die Verdampfungszeit eines Tropfens quadratisch proportional zu dem anfänglichen Tropfendurchmesser. Die Verdampfung wird von der Wärmedurchgangszahl und der Umgebungstemperatur beeinflusst. Abbildung 22 zeigt die Verdampfungszeit eines Heizöltropfens im Feuerraum eines Niedertemperaturkessels.



**Abbildung 22:** Brennzeit (Verdampfungszeit) eines Heizöltropfens im Feuerraum eines Niedertemperaturkessels

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen



**Abbildung 23:** Einfluss der Betriebstemperatur und der Brennstoffzusammensetzung auf die Verdampfung. D: Anfangs-Tropfengröße = 1 mm;  
 d: abnehmende Tropfengröße während der Verdampfung; t: Verdampfungszeit.

Die Verdampfungskonstante  $K$  ist die Zeit, in der die Oberfläche (genauer gesagt der Durchmesserquadrat,  $d^2$ ) des verdampfenden Tropfens 1 mm<sup>2</sup> abnimmt. Das augenblickliche Tropfendurchmesserquadrat beträgt

$$d^2 = D^2 - K \cdot t \quad \text{oder} \quad d^2 / D^2 = 1 - (K / D^2) \cdot t \quad (7)$$

mit D als der Durchmesser zum Zeitpunkt 0 und t als die Verdampfungszeit (Abbildung 23).

**Aufgabe 7:** Ein Heizölspray weist folgende gemittelte Tropfengrößenverteilung auf:

$D_{0,1} = 10 \mu\text{m}$ ,  $D_{0,5} = 20 \mu\text{m}$ ,  $D_{0,9} = 40 \mu\text{m}$ ,  $D_{0,99} = 80 \mu\text{m}$ ,  
 $D_{0,999} = 100 \mu\text{m}$ . Die Verdampfungskonstante im Flammrohr eines Blaubrenners beträgt  $K = 1,3 \text{ s/mm}^2$ .

- Wie hoch ist die Verdampfungszeit der angegebenen Tropfengrößen in dem Heizölbrenner?
- Wie groß sind die Tropfen nach 5 ms Verweilzeit?
- Wie hoch ist die CO-Konzentration im Abgas, wenn die Tropfen der Tropfenklasse  $D_{0,999}$  die Flammenzone nach 5 ms Verweilzeit verlassen und unter ungünstigen Bedingungen lediglich zur CO oxidiert werden? Die Luftzahl der Verbrennung ist  $\lambda = 1,1$  und der CO<sub>2</sub>-Gehalt im Abgas beträgt 15 %
- Wie hoch ist die CO-Konzentration, wenn alle Tropfen, die größer sind als  $D_{0,99}$  die Tropfengröße von  $D_{0,999}$  aufweisen?

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

[www.farago.info](http://www.farago.info)

**Aufgabe 8:** Warum sind die Mittelwert-Tropfengrößen  $D_{0,1}$  für die Zündstabilität,  $D_{0,99}$  für das Flammenvolumen und  $D_{0,999}$  für die schadstoffarme Verbrennung ausschlaggebend?

**Aufgabe 9:** Der Feuerraum eines Niedertemperaturkessels mit kaltem Feuerraum für 44 kW Brennerleistung weist eine Länge von 500 mm auf. Die Geschwindigkeit der Ölspray-Luft-Mischung beträgt 25 m/s. Welche Hohlkegel-Brennerdüsen bei welchem Förderdruck sind für den Heizölbrenner geeignet? (siehe Tabelle 5 und Abbildung 22)

**Aufgabe 10a:** Welche Düsen nach Tabelle 5 sind geeignet für eine Brennerleistung von 24 kW bei einem maximalen Tropfendurchmesser mit  $90 \mu\text{m}$ , wenn der Förderdruck im Bereich  $10 < p < 20 \text{ bar}$  variiert wird (Gln (4) und (6)).

**b:** Was ist wirklichkeitsfremd in der Aufgabe 10 a?

**c:** Welche Düse würden Sie nehmen, wenn ein neuer 24 kW-Ölbrenner bei einer Heizungssanierung an einen alten 35-kW-Kessel angebaut wird, und warum gerade diese Düse?

**d:** Welche Düse würden Sie nehmen, wenn der 24-kW-Brenner an einen neuen 23-kW-Kessel angebaut wird, und warum gerade diese Düse?