

**Emissionsmessungen bei Räucheranlagen**  
**- Ermittlung der volumenstromabhängigen Konzentration -**  
*- geringfügig überarbeitete Fassung vom 23.03.06 -*

## **1. Messplanung**

Sind an Räucheranlagen als Abgasreinigungseinrichtung Nachverbrennungsanlagen installiert, soll die Ges-C-Emission mit dem FID bestimmt werden (siehe /1, 2 und 3/). Bei Anlagen, die keine Abgasreinigung oder bei denen zur Abgasreinigung andere Verfahren eingesetzt werden (z. B. ab- oder adsorptive Reinigungsanlagen) soll bei der Emissionsmessung parallel zum FID-Verfahren auch das Adsorptionsmessverfahren (siehe /4/) zum Einsatz kommen (Abstimmung zwischen Betreiber, Messstelle und zuständiger Überwachungsbehörde).

Eine Spezifik bei Räucheranlagen ist, dass

1. zur Kontrolle der Einhaltung der Emissionsbegrenzung nur die Emission während des Räuchervorgangs - einschließlich prozessbedingter Vor- oder Nachbereitung (gerechnet von der Rauchaufgabe bis zum Belüftung der Kammer) - heranzuziehen sind (siehe /1/);
2. der Räuchervorgang oft kürzer als 30 min dauert;
3. die Emission (sowohl Schadstoffkonzentration als auch Schadstoffmassenstrom) in dieser Zeitspanne z.T. stark schwankt;
4. die Abgasgeschwindigkeit z.T. sehr gering (im Bereich oder unterhalb der Nachweisgrenze üblicherweise verwendeter Messverfahren/-geräte) ist;
5. oftmals mehrere Räucherammern gleichzeitig betrieben werden.

Werden mehrere Räucherammern bzw. -anlagen gleichzeitig betrieben, muss die Emission bezogen auf eine Stunde entsprechend des Betriebsregimes der Räucheranlagen als Summe betrachtet werden.

## **2. Emissionsmessung mit dem FID**

Da bei der Kontrolle von Emissionsmessungen und/oder Messberichten bisher öfters Unplausibilitäten festgestellt wurden, wird im folgenden ein veränderter Algorithmus bei der Durchführung und Auswertung von Emissionsmessungen mit dem FID in Räucheranlagen vorgestellt. Der veränderte Algorithmus zeichnet sich durch

1. die kontinuierliche Erfassung von Ges-C-Massenkonzentration, Abgasgeschwindigkeit und -temperatur
  2. die Berechnung eines volumenstromabhängigen Konzentrationsmittelwertes
- aus. Mit diesem Algorithmus ist eine wesentlich genauere Ermittlung der Emission möglich.

Die Parameter Abgasfeuchte (Wasserdampfpartialdruck), statischer Druck und barometrischer Druck können - aber müssen nicht - kontinuierlich bestimmt werden<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Bei Messungen mit einem FID ist zu beachten, dass das Messgas im feuchten Zustand die Messkammer durchströmt. Daher ist bei der Berechnung des Endergebnisses (Angabe i.N., tr.) die Abgasfeuchte zu berücksichtigen.

Verwendete Formelzeichen:

$c, \bar{c}$	(mittlere) Schadstoffmassenkonzentration in mg/m <sup>3</sup>
$v, \bar{v}$	(mittlere) Abgasgeschwindigkeit (mittlere Geschwindigkeit in der Messebene) in m/s
$p$	Druck, Partialdruck in Pa
$V$	Abgasvolumen in m <sup>3</sup>
$\dot{V}, \bar{\dot{V}}$	(mittlerer) Abgasvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h
$T, \bar{T}$	(mittlere) Abgastemperatur in °C bzw. K
$m$	Schadstoffmasse in g
$\dot{m}, \bar{\dot{m}}$	(mittlerer) Schadstoffmassenstrom in g/h
$t$	Zeitdauer
$A$	Querschnittsfläche des Abgaskamins in Höhe der Probenahmestelle (Messebene)

Verwendete Indizes

f	feucht
tr	trocken
N	Normzustand
B	Betriebszustand
b	barometrisch
stat	statisch
i, j	Zähler
n	Anzahl der Momentanmesswerte einer (Einzel-)Messung

**A) Bisheriger Algorithmus: übliche Massenkonzentrationsermittlung**

- kontinuierliche Ges-C-Messung an einem repräsentativen Messpunkt
  - Erfassen und Speichern (= Stand der Messtechnik!) der Momentanmesswerte  $c_{N,f,i}$ ,
  - Momentanmessintervall  $t_i \leq 3$  s
  - Zeitdauer der (Einzel-)Messung i. d. R.  $t \leq 30$  min (soll den gesamten Rävchervorgang umfassen)
- i. d. R. einmalige Ermittlung von  $v, T, p_{\text{stat}}, p_{\text{H}_2\text{O}}$  und  $p_b$  vor oder/und nach der Messung bzw. je Prozessphase (z.T. wird schon die Temperatur kontinuierlich gemessen und verrechnet)
- Ergebnisberechnung:
  - $\bar{c}_{N,f} = \left( \sum_{i=1}^n c_{N,f,i} \right) / n$  ( $t_i = \text{konstant}$ )
  - $\dot{V}_B = v * A$
  - Umrechnung in Normzustand, trocken  $\rightarrow \bar{c}_{N,tr}, \dot{V}_{N,tr}$
  - $\dot{m} = \bar{c}_{N,tr} * \dot{V}_{N,tr}$

## B) Veränderter Algorithmus: volumenstromabhängige Konzentrationsermittlung

- kontinuierliche Ges-C-, v- und T-Messung an einem repräsentativen Messpunkt
  - Erfassen der Momentanmesswerte  $c_{N,f,i}$ ,  $v_i$  und  $T_i$ ; Momentanmessintervall  $t_i \leq 3$  s
  - Es sind Messverfahren/-geräte einzusetzen, die die Ermittlung sehr geringer Geschwindigkeiten ermöglichen.
  - Zeitdauer der Messung wie bei A
  - ggf. Bilden von Zwischenmittelwerten  $\bar{c}_{N,f,j}$ ,  $\bar{v}_j$  und  $\bar{T}_j$  zur Verringerung des Speicherplatzbedarfs, Zwischenmittelwertintervall  $t_j \leq 30$  s
- i. d. R. einmalige Ermittlung von  $p_{\text{stat}}$ ,  $p_{\text{H}_2\text{O}}$  und  $p_b$  vor oder/und nach der Messung bzw. je Prozessphase
- Ergebnisberechnung:
  - $V_{B,i} = v_i * A * t_i$
  - Umrechnung in Normzustand, trocken  $\rightarrow c_{N,tr,i}$ ,  $V_{N,tr,i}$
  - $m_i = c_{N,tr,i} * V_{N,tr,i}$
  - $m = \sum_{i=1}^n m_i$ ;  $V_{N,tr} = \sum_{i=1}^n V_{N,tr,i}$ ;  $t = \sum_{i=1}^n t_i$  ( $t_i = \text{konstant}$ )
  - $\bar{c}_{N,tr} = m / V_{N,tr}$
  - $\dot{m} = m / t$

Die Berechnung kann auch dahingehend verändert/ vereinfacht werden, dass

- a) mit dem Volumenstrom und dem Massenstrom *bezogen auf das Zwischenmittelwertintervall* anstelle von Volumen und Masse je Zwischenmittelwertintervall und/oder
- b) nur mit der Geschwindigkeit (normiert) anstelle des Volumens gerechnet wird und/oder
- c) bei *konstantem* Zwischenmittelwertintervall je Intervall der Massenstrom und über die gesamte Messzeit und dann die volumenstromabhängige Massenkonzentration aus den Mittelwerten von Massenstrom und Volumenstrom berechnet werden.

Dem Messbericht ist eine *graphische Darstellung des Verlaufs von Massenstrom und Massenkonzentration* während der Messung beizufügen.

### Literatur

- /1/ VDI-Richtlinie 2595/1 Emissionsminderung, Räucheranlagen; 12/86
- /2/ DIN EN 12619 Emissionen aus stationären Quellen, Bestimmung der Massenkonzentration des gesamten organisch gebundenen Kohlenstoffs in geringen Konzentrationen in Abgasen, Kontinuierliches Verfahren unter Verwendung eines Flammenionisationsdetektors; 09/99
- /3/ VDI-Richtlinie 3481/3 Messen gasförmiger Emissionen, Messen von flüchtigen organischen Verbindungen mit dem Flammenionisationsdetektor; 10/95
- /4/ VDI-Richtlinie 3481/2 Messen gasförmiger Emissionen, Bestimmung des durch Adsorption an Kieselgel erfassbaren organisch gebundenen Kohlenstoffs in Abgasen; 09/98