



# **Messempfehlungen Holzfeuerungen bis 70 kW**

**21. Dezember 2009** (Stand am 24. Oktober 2011)

## **Impressum**

### **Herausgeberin**

Baudirektion Kanton Zürich  
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL  
Abteilung Lufthygiene/Feuerungskontrolle  
Stampfenbachstrasse 12  
Postfach, 8090 Zürich

Tel. 043 259 30 53  
Fax. 043 259 51 78  
luft@bd.zh.ch  
www.awel.zh.ch

## Inhaltsverzeichnis

	Seite:
1	Zweck und Geltungsbereich ..... 4
1.1	Zweck ..... 4
1.2	Geltungsbereich ..... 4
1.3	Verhältnis zu den Emissions-Messempfehlungen ..... 4
2	Messgeräte und Methoden ..... 4
2.1	Anforderungen an die Messgeräte ..... 4
2.2	Inverkehrbringen und Kontrolle der Messgeräte ..... 5
2.3	Messmethoden ..... 5
3	Messöffnung und Messort ..... 5
3.1	Grösse der Messöffnung ..... 5
3.2	Ort der Messöffnung ..... 5
4	Massgebender Betriebszustand und Umfang der Messungen ..... 6
4.1	Zu prüfende Betriebszustände ..... 6
4.2	Definition der Messung und Anzahl Messungen ..... 6
5	Allgemeiner Messablauf ..... 6
5.1	Vorbereitung der Messung ..... 6
5.2	Durchführung der Messung ..... 7
5.2.1	Grundsätzliches ..... 7
5.3	Messtechnisches ..... 7
5.3.1	Heizkessel handbeschickt ..... 7
5.3.2	Heizkessel automatisch beschickt ..... 8
5.3.3	Raumheizer und Feuerstätten hand- und automatisch beschickt ..... 8
5.3.4	Klagen ..... 8
5.4	Checkliste für den Arbeitsablauf ..... 8
6	Auswertung und Beurteilung ..... 9
6.1	Sauerstoff-Gehalt ..... 9
6.2	Kohlenmonoxid-Gehalt ..... 9
6.2.1	Auswertung der Messungen ..... 9
6.2.2	Beurteilung der Messresultate ..... 9
	ANHANG 1 ..... 11
	ANHANG 2 ..... 12
	ANHANG 3 ..... 18

## **1 Zweck und Geltungsbereich**

### **1.1 Zweck**

Diese Empfehlungen finden im Kanton Zürich Anwendung bis die entsprechenden Messempfehlungen des BAFU in Kraft treten.

Diese Empfehlungen stützen sich auf Artikel 13 und 14 sowie Anhang 3 Ziffer 23 und 524 der Luftreinhalte-Verordnung (LRV)<sup>1</sup>. Sie empfehlen, wie die Abgase von Holzfeuerungen zu messen sind<sup>2</sup>.

### **1.2 Geltungsbereich**

Diese Empfehlungen gelten für Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung bis 70 kW, welche mit naturbelassenen Holzbrennstoffen gemäss Anhang 5, Ziffer 3 Absatz 1 betrieben werden.

Diese Empfehlungen werden im Rahmen der amtlichen Feuerungskontrolle gemäss Kontrollkonzept<sup>3</sup> des Kantons Zürich angewendet. An Holzzentralheizungskesseln mit einer Feuerungswärmeleistung von 40 bis 70 kW müssen entsprechend periodisch Emissionskontrollen durchgeführt werden. Im Klagefall ist in jedem Fall eine Emissionskontrolle vorzunehmen.

### **1.3 Verhältnis zu den Emissions-Messempfehlungen**

Abgasmessungen im Sinne dieser Empfehlungen können grundsätzlich auch nach den "Empfehlungen über die Emissionsmessung von Luftfremdstoffen bei stationären Anlagen" (Emissions-Messempfehlungen) durchgeführt werden.

## **2 Messgeräte und Methoden**

### **2.1 Anforderungen an die Messgeräte**

Für die technischen Anforderungen an die Messsysteme und an die Messbeständigkeit gilt die Messmittelverordnung (SR 941.210) vom 15. Februar 2006.

---

<sup>1</sup> Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1.1.2009)

<sup>2</sup> Abgasmessungen an Feuerungen erfordern ein ausreichendes Mass an Fachkenntnissen. Für Fachfirmen gelten bei der Holzfeuerungskontrolle folgende Ausbildungsprofile: Feuerungskontrolleur mit eidg. Fachausweis oder Feuerungsfachmann Holz mit eidg. Fachausweis oder mindestens MT2 zusammen mit SKMV-Ausbildung des Schweizerischen Kaminfegermeister Verbandes.

<sup>3</sup> Kanton Zürich, Kontrollkonzept Holzfeuerungen bis 70 kW (April 2007)

## 2.2 Inverkehrbringen und Kontrolle der Messgeräte

Das EJPD regelt die Verfahren zum Inverkehrbringen der Abgasmessgeräte für Feuerungsabgase sowie zur Erhaltung deren Messbeständigkeit.

## 2.3 Messmethoden

Vom METAS für amtliche Messungen von Holzfeuerungen zugelassene, gewartete und geeichte Messgeräte dürfen ohne weitere Verdünnung der Abgase verwendet werden (direkte Messung).

Messgeräte, welche erst die Konformitätsprüfung bestanden haben (Teile der SNEN50379 gemäss METAS), sind für amtliche Messungen zugelassen, wenn ihre Messbeständigkeit monatlich mit CO-Referenzgas überprüft wird. Bei einer Abweichung von  $\geq 10\%$  (rel.) müssen die Messgeräte neu justiert<sup>4</sup> werden.

Die „Gassammelsackmethode“ ist ein Probenahmeverfahren, welches das Sammeln des Abgases über die Messdauer ermöglicht, so dass mit einer relativ kurzen Messung des Gassammelsackinhalts, geräteschonend die CO-Messung durchgeführt werden kann (indirekte Messung). Die Beschreibung der Messmethode erfolgt in Anhang 3.

## 3 Messöffnung und Messort

### 3.1 Grösse der Messöffnung

Für eine Messung mit einem Messgerät muss eine runde Messöffnung von 10 bis maximal 21 mm Durchmesser vorhanden sein. Bei isolierten Abgasrohren muss der Messstutzen über die Isolation hinausgeführt werden.

Die Behörde kann eine grössere Messöffnung verlangen, wenn dies aus messtechnischen Gründen notwendig ist (z.B. bei dickwandigen Abgasrohren).

### 3.2 Ort der Messöffnung

Hat der Hersteller des Wärmeerzeugers oder der Abgasanlage keine geeignete Messöffnung vorgesehen, muss diese nachträglich angebracht werden.

Die Abgase müssen an jedem Wärmeerzeuger separat und unverdünnt erfasst werden können. Undichte Stellen vor der Messöffnung im Abgasrohr müssen abgedichtet sein.

---

<sup>4</sup> Die Justierung erfolgt durch den Messgeräteelieferanten oder durch geschultes Personal.

Vor und nach der Messöffnung muss mindestens ein Abstand  $2 \times D$  ( $D$  = Durchmesser des Abgasrohrs) zum Wärmeerzeuger oder zum nächsten Rohrbogen eingehalten werden (Beruhigungsstrecke).

Zugunterbrecher in der Abgasleitung dürfen für die Messung nicht verschlossen werden (Änderung des Kaminzuges). Die Messung muss vor dem Zugunterbrecher erfolgen.

## **4 Massgebender Betriebszustand und Umfang der Messungen**

### **4.1 Zu prüfende Betriebszustände**

Gemäss Anhang 3 Ziffer 23 LRV sind die Emissionen bei jeder Einzelfeuerung im stationären Zustand in denjenigen Lastbereichen zu messen, welche für die Beurteilung wichtig sind. In der Regel sind dies mindestens der oberste und der unterste Lastpunkt, in welchen die Anlage unter üblichen Betriebsbedingungen betrieben wird<sup>5</sup>.

### **4.2 Definition der Messung und Anzahl Messungen**

Eine Messung umfasst eine Reihe automatisch aufgezeichneter Einzelmessungen, während einer Dauer von 15 Minuten.

Bei Heizkesseln (handbeschickt und automatisch beschickt) müssen in jedem zu untersuchenden Betriebszustand mindestens 2 Messungen durchgeführt werden.

Bei Wohnraumfeuerungen und Feuerstätten (handbeschickt und automatisch beschickt) genügt eine Messung.

## **5 Allgemeiner Messablauf**

### **5.1 Vorbereitung der Messung**

Vor jeder Messung muss die Anlage auf mögliche Beeinträchtigungen der Funktionstüchtigkeit hin überprüft werden.

Vor der Messung müssen die Messgeräte entsprechend den Weisungen des Geräteherstellers mit Raumluft abgeglichen und der Gasweg auf Dichtheit hin geprüft werden.

---

<sup>5</sup> Diese Empfehlungen sehen für Abnahmekontrollen und periodische Kontrollen Messungen im Automatik-Betrieb vor. Anlässlich der Klagebearbeitung sollen auch kritische Betriebszustände in die Beurteilung miteinbezogen werden.

## **5.2 Die Messgase aus den Messgeräten sollen möglichst aus dem Raum abgeführt werden (Arbeitssicherheit). Durchführung der Messung**

### **5.2.1 Grundsätzliches**

Eine Messung umfasst die Bestimmung von:

- Kohlenmonoxid-Gehalt
- Sauerstoffgehalt-Gehalt
- Abgastemperatur

Diese Messgrößen sind möglichst gleichzeitig bzw. kurz aufeinanderfolgend zu messen. Der Arbeitsablauf nach Ziffer 5.4 muss eingehalten werden.

Im Messbericht müssen zusätzlich folgende Angaben enthalten sein:

- Angetroffene Brennstoffkategorie
- Feuerungswärmeleistung<sup>6</sup>/Nennleistung gemäss Typenschild
- Angabe des gemessenen Lastzustandes
- Aussentemperatur
- Anwesenheit des Servicemonteurs (ja/nein)

Während und nach den Messungen dürfen keine Einstellungen an der Anlage verändert werden. Bei Einstellungsänderungen nach der Messung ist diese zu wiederholen.

Sollte bei Stückholzfeuerungen während der Messzeit die Ausbrandphase beginnen, ist die Messung abzubrechen. Kriterium für den Beginn der Ausbrandphase (kaum mehr Flammen sichtbar) ist das letztmalige Überschreiten eines CO-Gehaltes von 4'000 mg/m<sup>3</sup> bei 13 % O<sub>2</sub> (Hinweis: bei Stückholzfeuerungen können in der Anfahrphase erhöhte CO- und O<sub>2</sub>-Gehalte auftreten).

## **5.3 Messtechnisches**

### **5.3.1 Heizkessel handbeschickt**

Die Anlagen werden aus dem kalten Zustand gemäss Bedienungsanleitung angefeuert.

Bei Anlagen mit Wärmespeicher, muss dieser genügend entladen sein, um die Aufnahme der abgegebenen Wärme zu ermöglichen.

Bei Anlagen mit Automatik-Betrieb muss dieser eingeschaltet sein.

Die Messung beginnt 5 Minuten nach dem Kaltstart und dauert 2 x 15 Minuten (zwei nacheinander folgende Messungen).

---

<sup>6</sup> Feuerungswärmeleistung [kW] = Nennleistung [kW] x 1.2

### 5.3.2 Heizkessel automatisch beschickt

Die Messung erfolgt entweder im Automatik-Betrieb (Lastbetrieb; min. 30 % Teillast) oder im kritischen, stationären Betriebszustand (in der Regel max. 30 % Teillast oder min. 80 % der Nennlast) und dauert 2 x 15 Minuten (zwei nacheinander folgende Messungen).

Nach einem Unterbruch der Brennstoffzufuhr beginnt die Messung 5 Minuten, nach dem die Brennstoffzufuhr wieder eingesetzt hat und dauert 2 x 15 Minuten (zwei nacheinander folgende Messungen).

### 5.3.3 Raumheizer und Feuerstätten hand- und automatisch beschickt

Die Anlagen werden aus dem kalten Zustand gemäss Bedienungsanleitung angefeuert.

Die Messung beginnt 15 Minuten nach dem Kaltstart und dauert 15 Minuten (eine Messung).

Bei Anlagen mit Automatik-Betrieb muss dieser eingeschaltet sein.

### 5.3.4 Klagen

Das Messprogramm wird im Einzelfall von der Feuerungskontrolle der Gemeinde festgelegt. Die Messungen sollen sowohl für handbeschickte als auch für automatische Anlagen die kritischen Betriebsphasen erfassen.

## 5.4 Checkliste für den Arbeitsablauf

- ❶ Messgerät abgleichen.
- ❷ Heizkessel handbeschickt und Raumheizer/Feuerstätten hand- und automatisch beschickt: Anfeuern. Heizkessel automatisch beschickt: Lastbetrieb oder Ende Glutbettunterhalt abwarten.
- ❸ Sonde befestigen und Messöffnung abdichten. Die Sondenspitze wird im Zentrum des Abgasrohr-Querschnitts platziert<sup>7</sup> (keine Suche nach dem Kernstrom mit höchster Abgastemperatur).
- ❹ Bei handbeschickten Heizkesseln die Messung 5 Minuten nach Anzünden beginnen. Bei automatisch beschickten Heizkesseln die Messung im Automatik-Betrieb (Lastbetrieb; min. 30 % Teillast) oder im kritischen Betriebszustand (max. 30 % Teillast oder min. 80 % der Nennlast) durchführen. Bei Unterbruch der Brennstoffzufuhr: 5 Minuten nach Wiedereinsetzen der Brennstoffzufuhr Messung beginnen. Bei Wohnraumfeuerungen 15 Minuten nach Anzünden beginnen. Sämtliche erforderlichen Messungen durchführen.
- ❺ Nach Abschluss der Messung Sonde herausziehen.

---

<sup>7</sup> Bei Stückholzfeuerungen ist infolge des instationären Verlaufs der Abgastemperatur mit Kaltstart keine Kernstromsuche anhand der höchsten Abgastemperatur möglich. Zur Vereinfachung wird auch bei den automatisch beschickten Anlagen auf die Kernstromsuche anhand der Abgastemperatur verzichtet.

## 6 Auswertung und Beurteilung

### 6.1 Sauerstoff-Gehalt

Die Messwerte für den Sauerstoff-Gehalt müssen für die nachfolgenden Berechnungen auf 1 Stelle nach dem Komma gerundet und so im Messprotokoll festgehalten werden.

### 6.2 Kohlenmonoxid-Gehalt

#### 6.2.1 Auswertung der Messungen

Jeder Messwert muss auf das trockene Abgas im Normzustand (0 C°, 1013 hPa bzw. 1013 mbar) sowie auf einen Bezugssauerstoffgehalt von 13 Prozent (%-vol) umgerechnet und auf die ganze Zahl vor dem Komma gerundet werden. Messgeräte führen diese Operationen in der Regel automatisch durch.

Die Normierung auf Bezugssauerstoff erfolgt mit dem Messwert (15 Minuten-Mittelwert) und nicht mit den Einzelmessungen.

Die vom Messgerät ausgedruckten Werte müssen im Messprotokoll festgehalten werden.

Für den Vergleich mit dem Grenzwert wird eine Messunsicherheit (F-Wert) von 25 % des Messwertes resp. des Mittelwertes berücksichtigt.

#### 6.2.2 Beurteilung der Messresultate

Der Grenzwert gilt als eingehalten bzw. die Anlage wird nicht beanstandet, wenn der Mittelwert aus zwei Messungen resp. der Messwert aus einer Messung nach Abzug des F-Wertes den Grenzwert nicht überschreitet.

Der Grenzwert gilt als überschritten, wenn der Mittelwert aus zwei Messungen resp. der Messwert aus einer Messung nach Abzug des F-Wertes den Grenzwert überschreitet.

#### Tabelle der möglichen Fälle bei 2 Messungen:

##### Fall 1:

Mittelwert: $(x_1+x_2)/2 - F \leq \text{EGW}$	→ Grenzwert eingehalten
---	-------------------------

##### Fall 2:

Mittelwert: $(x_1+x_2)/2 - F > \text{EGW}$	→ Grenzwert überschritten
--	---------------------------

**Tabelle der möglichen Fälle bei einer Messung:****Fall 1:**

Messung: $x - F \leq \text{EGW}$	→ Grenzwert eingehalten
----------------------------------	-------------------------

**Fall 2:**

Messung: $x - F > \text{EGW}$	→ Grenzwert überschritten
-------------------------------	---------------------------

Dabei bedeuten:

- $x$  = Eine Messung in  $\text{mg}/\text{m}^3$  (nach Ziffer 6.21 normiert)
- $x_{1,2}$  = Messwerte 1 bzw. 2 in  $\text{mg}/\text{m}^3$  (nach Ziffer 6.21 normiert)
- Mittelwert = Mittelwert aus Messung  $x_1$  und Messung  $x_2$
- F-Wert = Messunsicherheit in  $\text{mg}/\text{m}^3$
- EGW = Emissionsgrenzwert

## ANHANG 1

### Berechnung der Emissionskonzentration bei Bezugssauerstoffgehalt

Die Berechnung der Emissionskonzentration bei Bezugssauerstoffgehalt muss nach folgender Formel erfolgen:

$$E_B = E_M \times \frac{21 - O_{2B}}{21 - O_{2gem}}$$

Dabei bedeuten:

$E_B$  = Emissionskonzentration in mg/m<sup>3</sup>, bezogen auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 13 %-vol

$E_M$  = gemessene Emissionskonzentration in mg/m<sup>3</sup>

$O_{2gem}$  = gemessener Sauerstoff-Gehalt in %-vol

$O_{2B}$  = Bezugssauerstoffgehalt nach LRV in %-vol = 13 %vol

21 = Sauerstoffgehalt der Luft in %-vol

## ANHANG 2

### Beispiele

#### Heizkessel handbeschickt

##### Anlage:

- Stückholzkessel mit unterem Abbrand
- Brennstoff: Scheitholz; LRV-Kategorie a
- Nennleistung gemäss Typenschild: 45 kW

##### Relevanter Schadstoff und Grenzwert (LRV):

- Kohlenmonoxid-Konzentration: 4000 mg/m<sup>3</sup> bez. 13 %-vol O<sub>2</sub>

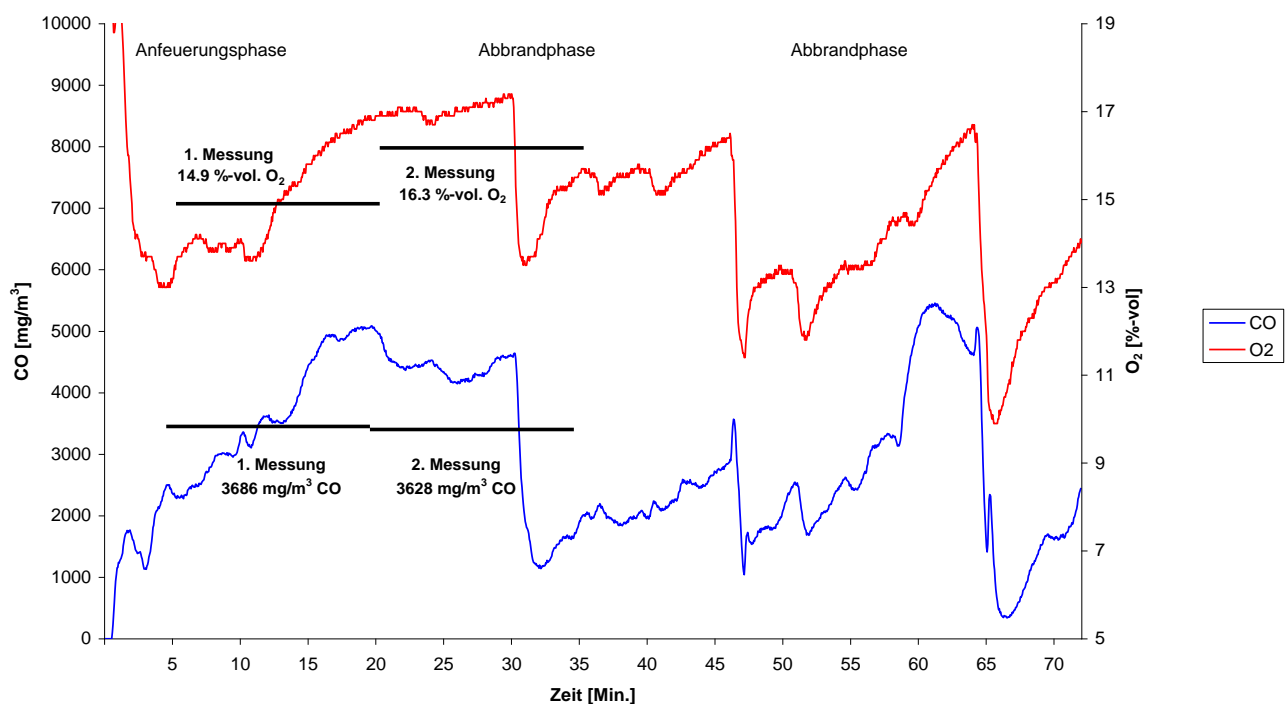
##### Massgebender Betriebszustand:

Massgebend sind die Anfeuerungsphase und Abbrandphase aus dem kalten Zustand (Kaltstart). Die Messung erfolgt im Automatik-Betrieb (sofern vorhanden).

##### Messmethoden:

- Kohlenmonoxid-Konzentration (CO): Ziffer 2.3; elektrochemisch oder NDIR
- Sauerstoff-Konzentration (O<sub>2</sub>): Ziffer 2.3; elektrochemisch

##### Emissionsverlauf:



**Messresultate:**

Die Anlage wurde aus dem kalten Zustand gemäss Bedienungsanleitung angefeuert. 5 Minuten nach dem Anfeuern, begann die Messung und dauerte 2 x 15 Minuten (zwei nacheinander folgende Messungen).

	1. Messung	2. Messung
Mittelwert O <sub>2</sub> -Konzentration [%-vol.]:	14.9	16.3
Mittelwert CO-Konzentration [mg/m <sup>3</sup> ]:	3686	3628

**Auswertung:**

- Normierung auf 13 %-vol Sauerstoff

Messung 1:

$$c_{\text{CO,N},1} = 3686 \text{ mg/m}^3 \times \frac{21.0 \% - 13.0 \%}{21.0 \% - 14.9 \%} = 4834 \text{ mg/m}^3$$

Messung 2:

$$c_{\text{CO,N},2} = 3628 \text{ mg/m}^3 \times \frac{21.0 \% - 13.0 \%}{21.0 \% - 16.3 \%} = 6175 \text{ mg/m}^3$$

- Mittelwertbildung aus 2 Messungen

Messung 1 und 2:

$$\bar{c}_{\text{CO,N}} = \frac{4834 \text{ mg/m}^3 + 6175 \text{ mg/m}^3}{2} = 5505 \text{ mg/m}^3$$

- Berechnung des F-Wertes von 25 % des Mittelwertes

$$u_{\text{CO,N}} = 5505 \text{ mg/m}^3 \times 25 \% = 1376 \text{ mg/m}^3$$

- Abzug des F-Wertes vom Mittelwert

$$\bar{c}_{\text{CO,N}} = 5505 \text{ mg/m}^3 - 1376 \text{ mg/m}^3 = 4129 \text{ mg/m}^3$$

- Berechnung der Feuerwärmeleistung FWL aus der Nennleistung NL

$$\text{FWL} = 45 \text{ kW} \times 1.2 = 54 \text{ kW}$$

**Beurteilung:**

Massgebend ist der Mittelwert der beiden Messungen nach Abzug des F-Wertes.

- Kohlenmonoxid-Konzentration (CO):  $\bar{c}_{\text{CO,N}} = 4129 \text{ mg/m}^3$
- Grenzwert LRV Kohlenmonoxid-Konzentration (CO)  $4000 \text{ mg/m}^3$  bez. 13 %-vol O<sub>2</sub>

⇒ **Die Anlage erfüllt die Anforderungen der LRV nicht.**

**Die Anlage wird beanstandet.**

## Heizkessel automatisch beschickt

### Anlage:

- Rostfeuerung mit modulierendem Lastbetrieb (30 – 100 %)
- Brennstoff: Hackschnitzel; LRV-Kategorie b
- Nennleistung gemäss Typenschild: 50 kW

### Relevanter Schadstoff und Grenzwert (LRV):

- Kohlenmonoxid-Konzentration: 4000 mg/m<sup>3</sup> bez. 13 %-vol O<sub>2</sub>

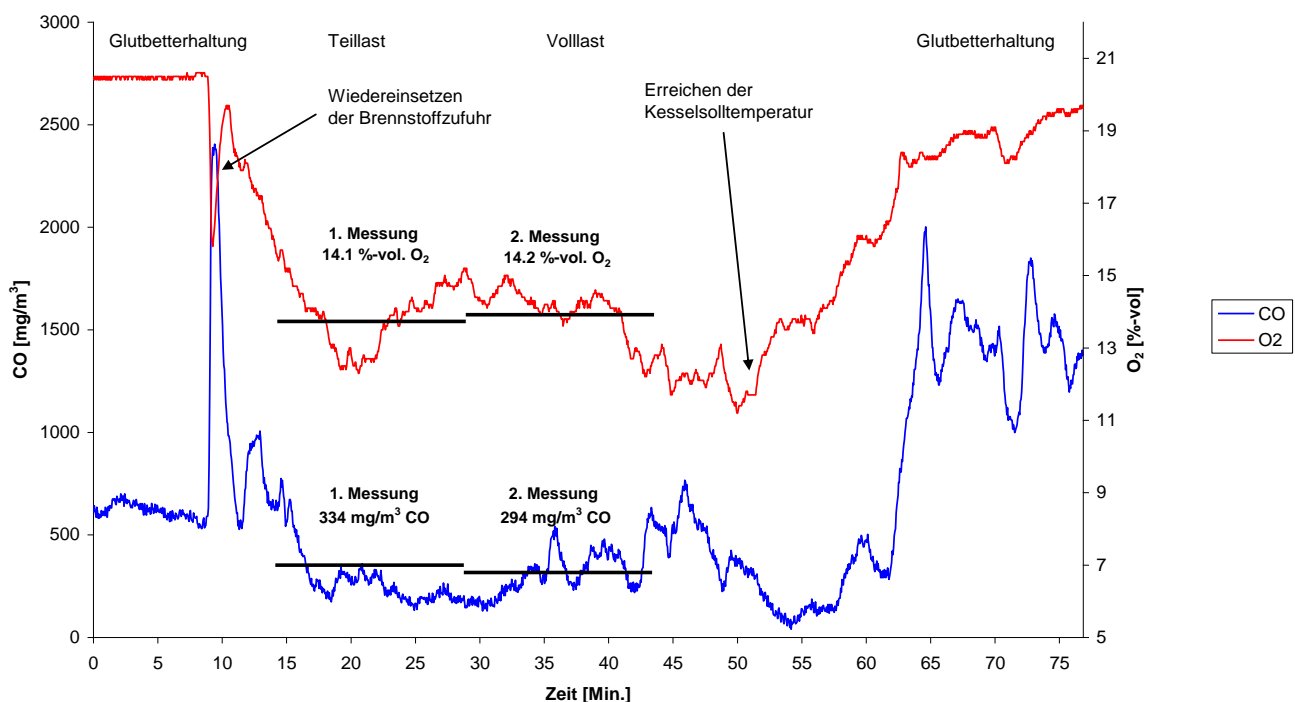
### Massgebender Betriebszustand:

Massgebend ist der Betriebszustand, in welchem Brennstoff zugeführt wird. Die Messung erfolgt entweder im Automatik-Betrieb (Lastbetrieb; min. 30 % Teillast) oder im kritischen stationären Betriebszustand (in der Regel max. 30 % Teillast oder min. 80 % der Nennlast).

### Messmethoden:

- Kohlenmonoxid-Konzentration (CO): Ziffer 2.3; elektrochemisch oder NDIR
- Sauerstoff-Konzentration (O<sub>2</sub>): Ziffer 2.3; elektrochemisch

### Emissionsverlauf:



**Messresultate:**

Die Anlage befand sich in der Glutbetherhaltung. 5 Minuten nach dem die Brennstoffzufuhr wieder eingesetzt hat, begann die Messung und dauerte 2 x 15 Minuten (zwei nacheinander folgende Messungen).

	1. Messung	2. Messung
Mittelwert O <sub>2</sub> -Konzentration [%-vol.]:	14.1	14.2
Mittelwert CO-Konzentration [mg/m <sup>3</sup> ]:	334	294

**Auswertung:**

- Normierung auf 13 %-vol Sauerstoff

Messung 1:

$$c_{\text{CO,N},1} = 334 \text{ mg/m}^3 \times \frac{21.0 \% - 13.0 \%}{21.0 \% - 14.1 \%} = 387 \text{ mg/m}^3$$

Messung 2:

$$c_{\text{CO,N},2} = 294 \text{ mg/m}^3 \times \frac{21.0 \% - 13.0 \%}{21.0 \% - 14.2 \%} = 346 \text{ mg/m}^3$$

- Mittelwertbildung aus 2 Messungen

Messung 1 und 2:

$$\bar{c}_{\text{CO,N}} = \frac{387 \text{ mg/m}^3 + 346 \text{ mg/m}^3}{2} = 367 \text{ mg/m}^3$$

- Berechnung des F-Wertes von 25 % des Mittelwertes

$$u_{\text{CO,N}} = 367 \text{ mg/m}^3 \times 25 \% = 92 \text{ mg/m}^3$$

- Abzug des F-Wertes vom Mittelwert

$$\bar{c}_{\text{CO,N}} = 367 \text{ mg/m}^3 - 92 \text{ mg/m}^3 = 275 \text{ mg/m}^3$$

- Berechnung der Feuerwärmeleistung FWL aus der Nennleistung NL

$$\text{FWL} = 50 \text{ kW} \times 1.2 = 60 \text{ kW}$$

**Beurteilung:**

Massgebend ist der Mittelwert der beiden Messungen nach Abzug des F-Wertes.

- Kohlenmonoxid-Konzentration (CO):  $\bar{c}_{\text{CO,N}} = 275 \text{ mg/m}^3$
- Grenzwert LRV Kohlenmonoxid-Konzentration (CO) 4000 mg/m<sup>3</sup> bez. 13 %-vol O<sub>2</sub>

⇒ **Die Anlage erfüllt die Anforderungen der LRV.**

**Die Anlage wird nicht beanstandet.**

## Raumheizer und Feuerstätten hand- und automatisch beschickt

### Anlage:

- Offenes Cheminée
- Brennstoff: Scheitholz; LRV-Kategorie a
- Nennleistung gemäss Typenschild: 4 kW

### Relevanter Schadstoff und Grenzwert (LRV):

- Kohlenmonoxid-Konzentration: 4000 mg/m<sup>3</sup> bez. 13 %-vol O<sub>2</sub>

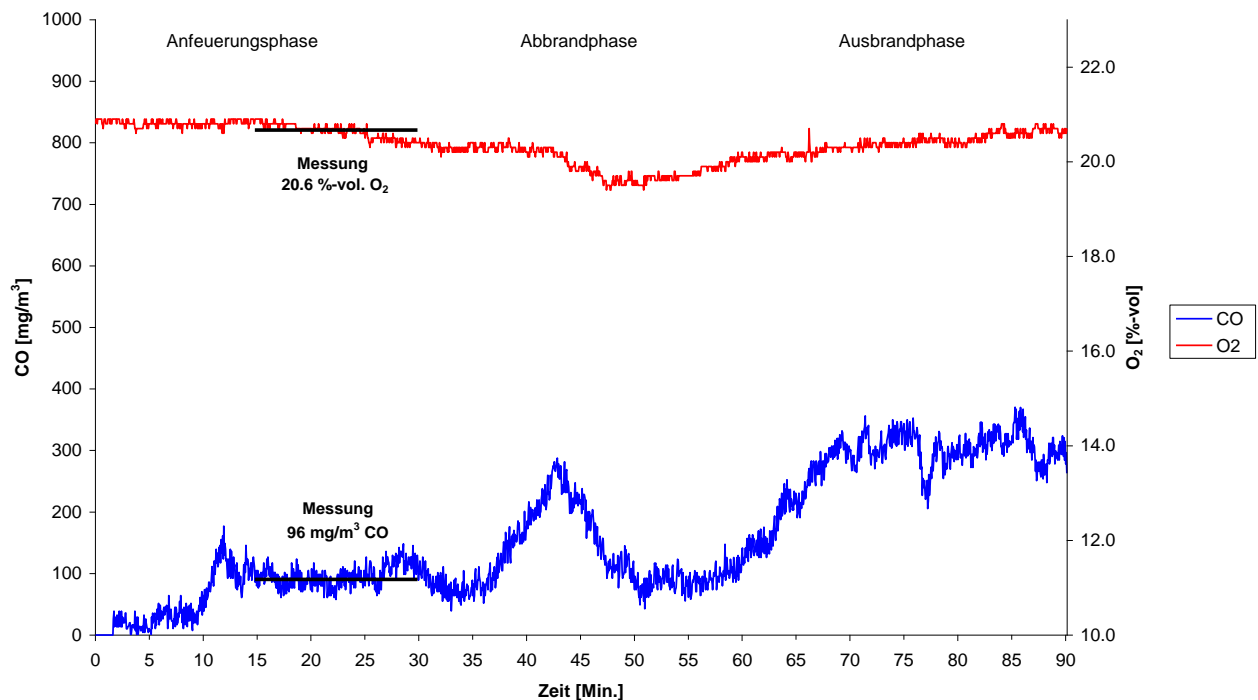
### Massgebender Betriebszustand:

Massgebend sind die Anfeuerungsphase und Abbrandphase aus dem kalten Zustand (Kaltstart). Die Messung erfolgt im Automatik-Betrieb (sofern vorhanden).

### Messmethoden:

- Kohlenmonoxid-Konzentration (CO): Ziffer 2.3; elektrochemisch oder NDIR
- Sauerstoff-Konzentration (O<sub>2</sub>): Ziffer 2.3; elektrochemisch

### Emissionsverlauf:



**Messresultate:**

Die Anlage wurde aus dem kalten Zustand gemäss Bedienungsanleitung angefeuert. 15 Minuten nach dem Anfeuern, begann die Messung und dauerte 1 x 15 Minuten (eine Messung).

**Messung**

Mittelwert O <sub>2</sub> -Konzentration [%-vol.]:	20.6
Mittelwert CO-Konzentration [mg/m <sup>3</sup> ]:	96

**Auswertung:**

- Normierung auf 13 %-vol Sauerstoff

Messung:

$$- \quad c_{\text{CO,N}} = 96 \text{ mg/m}^3 \times \frac{21.0 \% - 13.0 \%}{21.0 \% - 20.6 \%} = 1920 \text{ mg/m}^3$$

- Berechnung des F-Wertes von 25 % des Messwertes

$$u_{\text{CO,N}} = 1920 \text{ mg/m}^3 \times 25 \% = 480 \text{ mg/m}^3$$

- Abzug des F-Wertes vom Messwert

$$\bar{c}_{\text{CO,N}} = 1920 \text{ mg/m}^3 - 480 \text{ mg/m}^3 = 1440 \text{ mg/m}^3$$

- Berechnung der Feuerwärmeleistung FWL aus der Nennleistung NL

$$\text{FWL} = 4 \text{ kW} \times 1.2 = 5 \text{ kW}$$

**Beurteilung:**

Massgebend ist die eine Messung nach Abzug des F-Wertes.

- Kohlenmonoxid-Konzentration (CO):  $c_{\text{CO,N}} = 1440 \text{ mg/m}^3$
- Grenzwert LRV Kohlenmonoxid-Konzentration (CO)  $4000 \text{ mg/m}^3$  bez. 13 %-vol O<sub>2</sub>

⇒ **Die Anlage erfüllt die Anforderungen der LRV.  
Die Anlage wird nicht beanstandet.**

## ANHANG 3

### Durchführung der Gassammelsackmethode

Die Gassammelsackmethode ermöglicht die Probenahme von Emissionsproben ohne Anreicherung. Das Probegas wird nach erfolgter Probenahme mit einem Messgerät gemäss Ziffer 2.3. aus dem Gassammelsack gemessen. Mit der Messung wird der Mittelwert über die Probenahmedauer gebildet.

Die Gassammelsackapparatur (nachfolgend Apparatur genannt) muss mit einer Probenahmeverrichtung ausgerüstet sein, um das Probegas unverdünnt zu sammeln und eine effiziente Filterung der Feststoffe ermöglichen. Das Befüllen des Gassammelsacks erfolgt mittels eines Durchflussmessers. Der verwendete Gassammelsack muss luftdicht verschliessbar sein. Vor der Probenahme muss der Gassammelsack gespült werden. Zu diesem Zweck wird der Gassammelsack mittels der Apparatur mit unbelasteter Umgebungsluft gefüllt und anschliessend mit derselben wieder vollständig entleert. Dieser Spülvorgang ist zweimal zu wiederholen. Ebenfalls vor der Probenahme muss die Apparatur auf Dichtheit überprüft werden. Hierzu wird die Probenahmesonde verschlossen und die Probenahmepumpe mit voller Leistung betrieben. Die Apparatur ist dicht, wenn am Durchflussmesser kein Durchfluss erkennbar ist. Unmittelbar vor Beginn der Probenahme wird das Totvolumen der Probenahmeeinrichtung für 2 Minuten mit Probegas gespült. Danach wird der Gassammelsack bei laufender Probenahmepumpe an die Apparatur angeschlossen. Während der gesamten Probenahme muss auf einen konstanten Probenahmefluss geachtet werden. Ist dieser nicht gewährleistet, kann es infolge schwankender Sauerstoff-/Kohlenmonoxid-Konzentrationen im Abgas zu Probenahmefehlern kommen. Der Probenahmefluss soll so gewählt werden, dass ein genügend grosses Probevolumen für die anschliessende Messung mit dem Messgerät gesammelt werden kann. Der Probenahmefluss an der Probenahmesonde von 1 Liter pro Minute soll dabei nicht unterschritten werden. Die Probenahmedauer richtet sich Ziffer 5.3. Nach Abschluss der Probenahme wird das Probegas im Gassammelsack während mindestens 5 Minuten equilibriert, bevor die Messung mit einem Messgerät durchgeführt werden kann. Die Beurteilung des Messresultats erfolgt gemäss Ziffer 6.