

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Mindestanforderungen und Prüfpläne für Messgeräte  
zur Überwachung der Emissionen an  
Kleinf Feuerungsanlagen

Messgeräte zur Ermittlung der Rußzahl  
Performance criteria and test procedures for measuring  
devices for monitoring emissions at  
small firing installations

Measuring devices for the determination of smoke number

VDI 4206

Blatt 3 / Part 3

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im  
Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren  
unterworfen.

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The draft of this guideline has been subject to public scrutiny  
after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

The German version of this guideline shall be taken as authori-  
tative. No guarantee can be given with respect to the English  
translation.

## Inhalt

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Vorbemerkung .....                                                              | 2         |
| Einleitung .....                                                                | 2         |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>                                                | <b>3</b>  |
| <b>2 Begriffe .....</b>                                                         | <b>4</b>  |
| <b>3 Formelzeichen und Abkürzungen .....</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>4 Anforderungen an die Messgeräte .....</b>                                  | <b>6</b>  |
| 4.1 Allgemeines .....                                                           | 6         |
| 4.2 Konstruktion .....                                                          | 6         |
| 4.3 Typschild und Bedienungsanleitung .....                                     | 10        |
| 4.4 Protokollierung des Messwerts .....                                         | 12        |
| <b>5 Prüfungsvorgang .....</b>                                                  | <b>13</b> |
| 5.1 Allgemeine Prüfanforderungen .....                                          | 13        |
| 5.2 Normale Prüfbedingungen .....                                               | 13        |
| 5.3 Mechanische Prüfungen .....                                                 | 15        |
| 5.4 Prüfung der Stromversorgung und der<br>Software .....                       | 17        |
| 5.5 Prüfung des Temperatureinflusses .....                                      | 19        |
| 5.6 Prüfungen mit Realgasen .....                                               | 19        |
| <b>6 Anforderungen an Filtermedien und an<br/>    die Vergleichsskala .....</b> | <b>21</b> |
| 6.1 Eigenschaften der Filterpapiere .....                                       | 21        |
| 6.2 Eigenschaften der Vergleichsskala .....                                     | 21        |
| <b>7 Prüfung der Filtermedien .....</b>                                         | <b>22</b> |
| 7.1 Allgemeines .....                                                           | 22        |
| 7.2 Filterpapiere .....                                                         | 22        |
| 7.3 Vergleichsskala .....                                                       | 22        |



## Seite

## Contents

## Page

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Preliminary note .....                                                       | 2         |
| Introduction .....                                                           | 2         |
| <b>1 Scope .....</b>                                                         | <b>3</b>  |
| <b>2 Terms and definitions .....</b>                                         | <b>4</b>  |
| <b>3 Symbols and abbreviations .....</b>                                     | <b>5</b>  |
| <b>4 Requirements on measuring devices .....</b>                             | <b>6</b>  |
| 4.1 General .....                                                            | 6         |
| 4.2 Construction .....                                                       | 6         |
| 4.3 Labelling and instruction manual .....                                   | 10        |
| 4.4 Logging of measured values .....                                         | 12        |
| <b>5 Test procedures .....</b>                                               | <b>13</b> |
| 5.1 General requirements for tests .....                                     | 13        |
| 5.2 Normal test conditions .....                                             | 13        |
| 5.3 Mechanical tests .....                                                   | 15        |
| 5.4 Electrical and software tests<br>.....                                   | 17        |
| 5.5 Test of temperature influence .....                                      | 19        |
| 5.6 Tests with real flue gases .....                                         | 19        |
| <b>6 Requirements on the filter media and<br/>    comparison scale .....</b> | <b>21</b> |
| 6.1 Characteristics of filter papers .....                                   | 21        |
| 6.2 Characteristics of the comparison scale .....                            | 21        |
| <b>7 Test of filter media and comparison scale .....</b>                     | <b>22</b> |
| 7.1 General .....                                                            | 22        |
| 7.2 Filter papers .....                                                      | 22        |
| 7.3 Comparison scale .....                                                   | 22        |

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltmesstechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 5: Analysen- und Messverfahren II

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

|                                                                                     | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>8 Dokumentation der Prüfergebnisse</b> .....                                     | 22    |
| <b>9 Anforderungen an Prüfinstitute und Bekanntgabe geeigneter Messgeräte</b> ..... | 22    |
| 9.1 Anforderungen an Prüfinstitute .....                                            | 22    |
| 9.2 Bekanntgabe eignungsgeprüfter Messgeräte .....                                  | 23    |
| 9.3 Regelmäßige Überprüfung der Konformität des Messgerätes .....                   | 24    |
| 9.4 Änderungen am Messgerät .....                                                   | 24    |
| Schrifttum .....                                                                    | 25    |

|                                                                                              | Page |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>8 Documentation of test results</b> .....                                                 | 22   |
| <b>9 Requirements on test institutes and declaration of suitable measuring devices</b> ..... | 22   |
| 9.1 Requirements on test institutes .....                                                    | 23   |
| 9.2 Declaration of suitable measuring devices .....                                          | 23   |
| 9.3 Surveillance of conformance of the measuring device .....                                | 24   |
| 9.4 Changes to the measuring device .....                                                    | 24   |
| Bibliography .....                                                                           | 25   |

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

## Einleitung

Um eine einheitliche Qualität bei der Bestimmung von Emissionen aus kleinen und mittleren Feuerungsanlagen sicherzustellen, wird in der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) der Einsatz geeigneter Messeinrichtungen gefordert.

Die Richtlinienreihe VDI 4206 legt in diesem Zusammenhang Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für Messgeräte zur Ermittlung der Emissionen an Kleinf Feuerungsanlagen nach der 1. BImSchV oder der Kehr- und Überprüfungsordnung (KÜO) in folgenden Blättern fest:

- Blatt 1 Messgeräte zur Ermittlung von gasförmigen Emissionen und Abgasparametern
- Blatt 2 Messgeräte zur Ermittlung von partikelförmigen Emissionen
- Blatt 3** Messgeräte zur Ermittlung der Rußzahl

## Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI notices ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

## Introduction

The Ordinance on Small and Medium Firing Installations (1. BImSchV) requires the use of suitable measuring systems to ensure a unique quality in the determination of emissions from small and medium firing installations.

In this context, the series of guidelines VDI 4206 specifies performance criteria and test procedures for measuring devices for determining emissions at small firing installations according to the 1. BImSchV or the Order on Sweeping and Checking (KÜO) in the following parts:

- Part 1 Measuring devices for the determination of gaseous emissions and flue gas parameters
- Part 2 Measuring devices for the determination of particulate emissions
- Part 3** Measuring devices for the determination of smoke number

**Anmerkung:** Zu Kleinfeuerungsanlagen zählen nicht die in der 1. BImSchV geregelten Öl- und Gasfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von 10 MW bis 20 MW (mittlere Feuerungsanlagen).

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/4206](http://www.vdi.de/4206).

Die Messung von Stoffkonzentrationen im Abgasstrom basiert auf den spezifischen Stoffeigenschaften. Die Eigenschaften partikelförmiger Stoffe im Abgas von Feuerungsanlagen variieren aber erheblich. Als Einflussfaktoren hierfür kommen brennstoff-, feuerungs- und abgasspezifische Faktoren in Betracht. Die Feststellung der Eignung eines Messprinzips zur Ermittlung der partikelförmigen Emissionen im Abgas von Kleinfeuerungsanlagen erfordert daher eine Untersuchung, bei der die im vorgesehenen Einsatzbereich des Geräts auftretenden Einflussfaktoren auf ihre Wirkung auf das Messergebnis geprüft werden. Dabei müssen die Einhaltung der in dieser Richtlinie festgelegten Mindestanforderungen an die Verfahrenskenngrößen nachgewiesen werden. Das in dieser Richtlinie beschriebene Verfahren entspricht dem Verfahren nach DIN 51402-1, jedoch sind die Anforderungen aufgrund der notwendig gewordenen Erweiterung des Einsatzbereichs (Umgebungsdruck und Umgebungstemperatur) angepasst worden.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie legt die Mindestanforderungen und die Prozeduren zur Überprüfung der Einhaltung dieser Mindestanforderungen an tragbare Geräte zur Messung der Rußzahl an Kleinfeuerungsanlagen nach der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) oder der Kehr- und Prüfungsordnung (KÜO) fest. Weiterhin legt die Richtlinie die Mindestanforderungen an Filtermedium und Vergleichsskala sowie die Prozeduren zur Überprüfung der Einhaltung dieser Mindestanforderungen fest.

Abschnitt 4 und Abschnitt 5 dieser Richtlinie gelten für alle Eignungsprüfungen von Messgeräten zur Messung der Rußzahl, deren Einsatz an diesen Feuerungsanlagen vorgesehen ist. Dabei wird bei der Gasentnahme zwischen Hand- und Motorpumpen unterschieden. Die Auswertung des Rußflecks erfolgt durch eine visuelle Bewertung oder eine Fotometer gestützte Beurteilung der Schwärzung des Rußflecks nach DIN 51402-1.

Abschnitt 6 und Abschnitt 7 dieser Richtlinie gelten für die Eignungsprüfung von Filtermedien und der Vergleichsskala.

Diese Richtlinie legt weiterhin Anforderungen an Prüfinstitute fest und erläutert die Bekanntgabe geeigneter Messgeräte.

**Note:** Small firing installations do not include oil and gas burners with a firing thermal capacity between 10 MW and 20 MW (medium firing installations) regulated by 1. BImSchV.

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at [www.vdi.de/4206](http://www.vdi.de/4206).

The measurement of concentrations of substances in the flue gas flow depends on the specific characteristics of substances. The characteristics of particulate matter in the flue gas of firing installations vary considerably. They can be influenced by fuel, firing and flue gas specific factors. Therefore, the declaration of suitability of a measuring principle for the determination of particulate emissions in the flue gas of small firing installations requires an investigation, where the influence factors occurring in the intended field of application of the measuring device are tested with respect to the impact on the result of measurement. In such an investigation the compliance with performance criteria specified in this guideline has to be demonstrated for the individual performance characteristics. The method described in this guideline is consistent with the method according to DIN 51402-1, but the requirements have been adapted due to the necessary extension of the field of application (ambient pressure and ambient temperature).

## 1 Scope

This guideline specifies performance criteria and test procedures for checking compliance with these performance criteria on portable devices for measuring the smoke number at small firing installations according to the Ordinance on Small and Medium Firing Installations (1. BImSchV) or the Order on Sweeping and Checking (KÜO). Furthermore, this guideline specifies the performance criteria on filter media and comparison scales as well as the procedures for checking compliance with these performance criteria.

Section 4 and Section 5 of this guideline apply to all performance tests of measuring devices for the measurement of smoke numbers, which are intended for use at these firing installations. Gas sampling can be carried out with hand or motor pumps. The evaluation of the soot spot takes place by a visual assessment or by a photometer based assessment of the absorbance of the soot spot according to DIN 51402-1.

Section 6 and Section 7 of this guideline apply to performance tests of filter media and comparison scales.

Furthermore, this guideline specifies the requirements on test institutes and explains the declaration of suitable measuring devices.

## 2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe:

### 2.1 Eignungsprüfung

Experimenteller Nachweis, dass die zur Überwachung von Emissionen eingesetzten Messgeräte für den vorgesehenen Verwendungszweck die festgelegten Mindestanforderungen unter Beachtung der entsprechenden Prüfprozeduren einhalten.

### 2.2 Messgerät

Gesamtheit aller Geräte und Bestandteile des Messverfahrens zur Erzielung eines Messwerts.

### 2.3 Kurzzeitmessgerät

Messgerät für den Einsatz über geringe Zeitspannen.

### 2.4 Netzbetriebenes Messgerät

Messgerät für den Anschluss an die häusliche Stromversorgung, mit oder ohne zusätzliches Netzteil.

### 2.5 Batteriebetriebenes Messgerät

Messgerät für reinen Batteriebetrieb mit Standardbatterien und/oder aufladbaren Batterien.

### 2.6 Sonde

Teil des Messgeräts zur Entnahme einer Rußprobe aus dem Abgaskanal einer Heizungsanlage.

### 2.7 Sensor

Baugruppe, in der das Sensorelement und eventuell das zugehörige Schaltungselement untergebracht sind. [DIN EN 50379-1]

### 2.8 Sensorelement

Bauteil, dessen Ausgangssignal sich bei Vorhandensein (Auftreten) einer nachzuweisenden Komponente verändert. [DIN EN 50379-1]

### 2.9 Funktionsmodul

Alle für die Bewältigung einer Messaufgabe benötigten Komponenten inklusive Hard- und Software. [DIN EN 50379-1]

**Anmerkung:** Ein Funktionsmodul kann aus einem oder mehreren einzelnen Teilen bestehen oder auch in einem Gerät integriert sein.

### 2.10 Messbereich

Bereich derjenigen Werte der Messgröße, für den gefordert ist, dass die Messwertabweichung eines Messgeräts innerhalb festgelegter Grenzen bleibt.

**Anmerkung:** Der Messbereich wird durch Anfangswert und Endwert angegeben. Die Differenz zwischen End- und Anfangswert heißt Messspanne.

### 2.11 Kalibrierung

Bestimmung der Messwertabweichung eines Messgeräts in Relation zu einem Referenzwert.

**Anmerkung:** Bei der Kalibrierung unter Einsatzbedingungen werden die Messwerte des Referenzgeräts verwendet.

## 2 Terms and definitions

For the purposes of the guideline, the following terms and definitions apply:

### 2.1 Performance test

Experimental demonstration that a measuring device used for monitoring emissions complies with the specified performance criteria for the intended application, taking into account the appropriate test procedures.

### 2.2 Measuring device

Totality of all instruments and components of the method of measurement for achieving a measured value.

### 2.3 Short-term measuring device

Measuring device for use over short time periods.

### 2.4 Mains powered measuring device

Measuring device designed to be powered by the domestic mains electrical supply with or without an additional power source.

### 2.5 Battery powered measuring device

Measuring device designed to be energised from batteries alone, with standard batteries and/or rechargeable batteries.

### 2.6 Probe

Part of the measuring device for extraction of a soot sample from the stack of a firing installation.

### 2.7 Sensor

Assembly in which the sensing element is housed and which may contain associated circuit components. [DIN EN 50379-1]

### 2.8 Sensing element

Device, the output of which will change with variation of the parameter of interest. [DIN EN 50379-1]

### 2.9 Functional module

All components required for one measurement task, including both hardware and software. [DIN EN 50379-1]

**Note:** A functional module can consist of one or more separate pieces of equipment or can be completely integrated with a device.

### 2.10 Measuring range

Range of those values of the measurand, for which it is required that the measuring deviation of a measuring device remains within specified limits.

**Note:** The measuring range is expressed by a lower limit and an upper limit. The difference between the upper and lower limit is called measuring span.

### 2.11 Calibration

Process of determining the measuring deviation of a measuring device relative to a reference.

**Note:** Under field conditions, the measured values of the reference device are used for calibration.