

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Abgasreinigung  
Nachgeschaltete Staubminderungseinrichtungen für  
Kleinf Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe

VDI 3670

Waste gas cleaning  
Downstream dust control devices for small-sized  
solid fuel combustion systems

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

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

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

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung.....	2
Einleitung.....	2
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe.....</b>	<b>6</b>
<b>3 Rahmenbedingungen.....</b>	<b>9</b>
3.1 Zusammensetzung und Variation der Staubemissionen aus Festbrennstoff-Kleinf Feuerungsanlagen.....	9
3.2 Wirksamkeitsprüfung.....	10
3.3 Einordnung als Stand der Technik.....	10
3.4 Anforderungen aufgrund der notwendigen Emissionsmessungen entsprechend der 1. BImSchV.....	11
<b>4 Beschreibung der Abscheiderprinzipien.....</b>	<b>12</b>
4.1 Massenkraftabscheider.....	12
4.2 Elektrostatische Abscheider (Elektrofilter).....	13
4.3 Filternde Abscheider.....	15
4.4 Katalysatoren.....	17
4.5 Nassabscheider.....	18
4.6 Kondensationsabscheider.....	18
4.7 Kombinationsverfahren.....	18
<b>5 Auslegung einer Staubminderungseinrichtung.....</b>	<b>19</b>
<b>6 Betrieb und Instandhaltung.....</b>	<b>20</b>
<b>7 Übersichten zur Wirksamkeit von Staubminderungseinrichtungen.....</b>	<b>21</b>
7.1 Staubminderungseinrichtungen für Einzelraumfeuerungsanlagen.....	21
7.2 Staubminderungseinrichtungen für Zentralheizungsanlagen zur Verbrennung von Holz und Kohle bis 50 kW Nennwärmeleistung.....	22
7.3 Staubminderungseinrichtungen für Zentralheizungsanlagen zur Verbrennung von Holz und Kohle über 50 kW Nennwärmeleistung bis 1000 kW Feuerungswärmeleistung.....	24
7.4 Staubminderungseinrichtungen für Zentralheizungsanlagen zur Verbrennung nicht holzartiger biogener Festbrennstoffe bis 100 kW Nennwärmeleistung.....	26
Schrifttum.....	27

Contents	Page
Preliminary note.....	2
Introduction.....	2
<b>1 Scope.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Terms and definitions.....</b>	<b>6</b>
<b>3 Framework conditions.....</b>	<b>9</b>
3.1 Composition and variation of dust emissions from small-sized solid fuel combustion systems.....	9
3.2 Efficiency test.....	10
3.3 Classification as state of the art.....	10
3.4 Requirements deriving from the emission measurements required under the 1. BImSchV.....	11
<b>4 Description of separator operating principles.....</b>	<b>12</b>
4.1 Inertial separators.....	12
4.2 Electrostatic precipitators (ESPs).....	13
4.3 Filtering separators.....	15
4.4 Catalytic converters.....	17
4.5 Wet separators.....	18
4.6 Condensation separators.....	18
4.7 Combined processes.....	18
<b>5 Design of a dust control device.....</b>	<b>19</b>
<b>6 Operation and maintenance.....</b>	<b>20</b>
<b>7 Overviews of separator efficiencies.....</b>	<b>21</b>
7.1 Dust control devices for single-room heaters.....	21
7.2 Dust control devices for wood and coal-fuelled central heating systems with a rated thermal output of up to 50 kW.....	22
7.3 Dust control devices for wood and coal-fuelled central heating systems with a rated thermal output of greater than 50 kW up to a thermal input of 1000 kW.....	24
7.4 Dust control devices for central heating systems burning non-wood biogenic solid fuels with a rated thermal output of up to 100 kW.....	26
Bibliography.....	27

Kommission zur Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL  
Fachbereich Umweltschutztechnik

VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 6: Abgasreinigung – Staubtechnik

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

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

## Einleitung

Feinstaubemissionen sind mit ihren Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung zunehmend in das öffentliche Bewusstsein gerückt. Entsprechend wurden national und europäisch Verschärfungen der Luftreinhalteregelelungen erlassen. In Deutschland haben die Staubemissionen aus Festbrennstofffeuerungen einen zunehmenden Anteil an der Gesamtemission. Insofern wurde u.a. die Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) im März 2010 novelliert und Emissionsgrenzwerte für Staub wurden in zwei Schritten zum Teil deutlich verschärft. Während die erste Stufe vielfach noch mit wenig Aufwand erreicht werden konnte, stellen die Grenzwerte der zweiten Stufe insbesondere für einige Zentralheizungsanlagen bei der geforderten wiederkehrenden Messung im Feld eine deutliche technologische Herausforderung dar. Mindestens für eine gewisse Übergangszeit und zur Nachrüstung von Altanlagen werden daher nachgeschaltete Staubminderungseinrichtungen auch im kleintechnischen Maßstab zum Einsatz kommen müssen. Im Unterschied zu den etablierten, hochwirksamen großtechnischen Anlagen bestehen in diesem neuen Segment einige besondere Herausforderungen. Kleinfeuerungsanlagen für Festbrennstoffe weisen zum Teil hohe Schwankungen der Emissionsmenge und der Emissionszusammensetzung im Betrieb auf. Sie werden in der Regel sehr diskontinuierlich mit häufigen Stillstandzeiten und vielen Start- und Stoppphasen betrieben. Sowohl die Platzverhältnisse als auch die ökonomischen Rahmenbedingungen erlauben in den seltensten Fällen Lösungen, die dem Stand der Technik in der industriellen Anwendung entsprechen. Insofern wurden ganz neue Abscheidesysteme entwickelt, die einen Kompromiss aus

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard 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 standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

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

## Introduction

Fine dust emissions and their health impacts have become an issue of growing public concern. Against this background, more stringent air pollution control regulations have been adopted on the national and European level. In Germany, dust emissions from solid fuel combustion systems account for a growing share of the total dust emissions. Thus, the First Ordinance Implementing the Federal Air Pollution Control Act (Ordinance on Small- and Medium-sized Combustion Systems – 1. BImSchV) was amended in March 2010, providing for significantly tightened emission limit values for dust to be implemented in two stages. While, in many cases, the Stage 1 emission standards could still be reached with little extra effort, compliance with the Stage 2 emission limit values during the prescribed recurrent field measurements poses a major technological challenge to some central heating systems. Downstream dust control devices, including small-scale devices, will therefore be needed at least for a certain transition period or for retrofits to existing systems. In contrast with the established highly effective full-scale dust control systems, this new application segment poses some special challenges. Small-sized solid fuel combustion systems exhibit partly significant variations in the emission rate and the emission composition during operation. They are usually operated intermittently with frequent downtimes and many startup and shutdown phases. Both space and economic constraints only rarely allow solutions reflecting the state of the art in industrial applications. Against this background, novel separator systems striking a balance between cost and necessary collection efficiency have been developed.

Kostenbegrenzung und notwendiger Abscheideleistung darstellen.

**Anmerkung:** Die Wirksamkeit der nachgeschalteten Staubminderungseinrichtungen im betrachteten Größenbereich wird maßgeblich auch durch das Zusammenspiel mit der Feuerung und dem Schornstein (Zugbedingungen) beeinflusst. Teilweise ist die Funktion der Abscheider auch von den nach der Feuerung vorhandenen Abgastemperaturen abhängig. Daher sollten sich der Errichter der Feuerstätte, der zuständige Schornsteinfeger und der Lieferant der nachgeschalteten Staubminderungseinrichtungen frühzeitig untereinander abstimmen.

Zudem waren für die Überprüfung im Feld neue Messgeräte zu entwickeln (siehe VDI 4206 Blatt 2) und Prüfprozeduren für die nachgeschalteten Staubminderungseinrichtungen zu definieren (siehe DIN SPEC 33999). Um die weitere Markteinführung zu unterstützen und um den in der 1. BImSchV nicht definierten Stand der Technik mit nachprüfbareren Werten bei definierten Rahmenbedingungen zu hinterlegen, wurde insbesondere von Seiten des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) die Erarbeitung dieser Richtlinie ange-regt. Zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieser Fas-sung der VDI 3670 gibt es noch nicht für alle nachgeschalteten Staubminderungseinrichtungen für Biomassekleinfeuerungen mit allen Brennstoffen so umfassende Erfahrungen, dass in jedem Fall die allgemein anerkannten Regeln der Technik abbildbar sind. Daher beschreibt diese Richtlinie in der derzeitigen Fassung aktuelle Erkenntnisse zum Stand der Technik entsprechend der Legaldefinition des BImSchG § 3 (6), jedoch keine allgemein anerkannten Regeln der Technik. Dies wird aber mit zunehmender Verbreitung von nachgeschal-ten Staubminderungseinrichtungen, die für den hier betrachteten Anwendungsbereich relevant sind, für zukünftige Versionen angestrebt.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt Merkmale zum Stand der Technik von nachgeschalteten Staubminde-rungseinrichtungen (auch Abscheider genannt) für feste und/oder flüssige Partikel aus Kleinfeuerungsanlagen, die feste Brennstoffe gemäß des Geltungsbereichs der 1. BImSchV einsetzen. Dabei wird zwischen den in Tabelle 1 aufgeführten Feuerungsanlagen unterschieden.

Vorrangiges Ziel dieser Richtlinie ist die Festle-gung der Wirksamkeit (in diesem Fall insbesonde-re der Abscheidegrad) von nachgeschalteten Staubminderungseinrichtungen für **Einzelraum-feuerungsanlagen**, die Festbrennstoffe einsetzen.

**Note:** The efficiency of the downstream dust control devices in the capacity range under review is also strongly dependent on the interaction of the control device with the combustion system and the chimney (draught conditions). In some cases, the flue gas temperatures downstream of the combustion system also have an influence on the function of the dust separator. For this reason, early coordination between the installer of the combustion system, the responsible chimney sweep, and the supplier of the downstream dust control device is required.

Moreover, new measuring instruments (see VDI 4206 Part 2) had to be developed and test methods defined for field testing downstream dust control devices. To support the further market in-troduction and to define verifiable efficiencies determined under defined conditions in order to describe the state of the art, which is not specified any further in the 1. BImSchV, the development of this standard was proposed by the BMUB (Federal Ministry for the Environment, Nature Conserva-tion, Building and Nuclear Safety) in particular. At the time of preparation of this first version of VDI 3670, there is not yet sufficient experience available for all downstream dust control devices for small-sized biomass combustion systems nor for all combustion system-fuel combinations to be able to define generally accepted rules of good engineering practice in all cases. For this reason, the current version of this standard describes the latest findings on the state of the art in terms of the legal definition given in § 3 (6) of the German Federal Air Pollution Control Act (BImSchG), however no generally accepted rules of good engi-neering practice. This is, however, the ultimate objective as downstream dust control devices of relevance to the application under review are be-coming increasingly established.

## 1 Scope

This standard describes features of the state of the art for downstream control devices (also referred to as separators) collecting solid and/or liquid parti-cles from small-sized solid fuel combustion sys-tems falling within the scope of the First Federal Air Pollution Control Ordinance (1. BImSchV). For this purpose, a distinction is made between the types of combustion system listed in Table 1.

The prime objective of this standard is to define the efficiency (in this case the collection efficien-cy) for dust control devices installed downstream of **single-room heaters** burning solid fuels.