

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Messen von Partikeln  
Staubmessung in strömenden Gasen  
Messung der Emissionen von PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> an  
geführten Quellen nach dem Impaktionsverfahren

VDI 2066

Blatt 10 / Part 10

Particulate matter measurement  
Dust measurement in flowing gases  
Measurement of PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> emissions  
at stationary sources by impaction method

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 authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung . . . . .	2	Preliminary note . . . . .	2
Einleitung . . . . .	3	Introduction . . . . .	3
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>4</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 Begriffsbestimmungen . . . . .</b>	<b>4</b>	<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>4</b>
2.1 Strömungstechnische Begriffe . . . . .	4	2.1 Flow-related terms . . . . .	4
2.2 Gerätetechnische Begriffe . . . . .	5	2.2 Instrument-related terms . . . . .	5
<b>3 Symbole und Abkürzungen . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>3 Symbols and abbreviations . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>4 Grundlage des Verfahrens . . . . .</b>	<b>7</b>	<b>4 Principle of the method . . . . .</b>	<b>7</b>
4.1 Allgemeines . . . . .	7	4.1 General . . . . .	7
4.2 Theorie der Impaktion . . . . .	7	4.2 Theory of impaction . . . . .	7
4.3 Trenndurchmesser . . . . .	9	4.3 Cut-off diameter . . . . .	9
4.4 Kaskadenimpaktor . . . . .	10	4.4 Cascade impactor . . . . .	10
<b>5 Funktionsweise und Bauelemente des zweistufigen Impaktors . . . . .</b>	<b>10</b>	<b>5 Mode of operation and components of a two-stage impactor . . . . .</b>	<b>10</b>
5.1 Funktionsweise . . . . .	10	5.1 Mode of operation . . . . .	10
5.2 Bauelemente . . . . .	12	5.2 Components . . . . .	12
<b>6 Messanordnung . . . . .</b>	<b>12</b>	<b>6 Sampling system . . . . .</b>	<b>12</b>
6.1 Geräte und Betriebsmittel . . . . .	12	6.1 Equipment and working materials . . . . .	12
6.2 Aufbau der Messeinrichtung . . . . .	15	6.2 Measuring setup . . . . .	15
<b>7 Vorbereitung, Durchführung der Messung und Nachbehandlung . . . . .</b>	<b>15</b>	<b>7 Preparation, performance of the measurement and post-treatment . . . . .</b>	<b>15</b>
7.1 Allgemeines . . . . .	15	7.1 General . . . . .	15
7.2 Vorbereitung . . . . .	17	7.2 Preparations . . . . .	17
7.3 Durchführung der Messung . . . . .	17	7.3 Performing the measurement . . . . .	17
7.4 Nachbehandlung . . . . .	19	7.4 Post-treatment . . . . .	19

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Arbeitsgruppe Staubmessung in strömenden Gasen – Messen von PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>  
Ausschuss Emissionsmessverfahren

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 4

**8 Berechnung der Ergebnisse** . . . . . 20

**9 Verfahrenskenngrößen** . . . . . 20

    9.1 Impaktorbelastung . . . . . 20

    9.2 Nachweisgrenze und Standardabweichung . . . . . 21

    9.3 Weitere Beiträge zur Messunsicherheit . . . . . 22

**10 Berichterstattung** . . . . . 24

**Anhang A** Berechnung des Probevolumenstroms des Impaktors . . . . . 25

**Anhang B** Allgemeine Berechnungsformeln zur Impaktionstheorie . . . . . 33

**Anhang C** Anwendungsbeispiel . . . . . 35

**Anhang D** Entnahmesonde . . . . . 37

**Anhang E** Datenträger . . . . . 38

Schrifttum . . . . . 40

**8 Calculation of the results** . . . . . 20

**9 Performance characteristics** . . . . . 20

    9.1 Impactor load . . . . . 20

    9.2 Detection limit and standard deviation . . . . . 21

    9.3 Additional uncertainty contributions . . . . . 22

**10 Reporting** . . . . . 24

**Annex A** Calculation of the sample volumetric flow rate of the impactor . . . . . 25

**Annex B** General equations of impaction theory . . . . . 33

**Annex C** Examples . . . . . 35

**Annex D** Entry nozzle . . . . . 37

**Annex E** CD-ROM . . . . . 38

Bibliography . . . . . 40

**Vorbemerkung**

In der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL – erarbeiten Fachleute aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung in freiwilliger Selbstverantwortung VDI-Richtlinien und DIN-Normen zum Umweltschutz. Diese beschreiben den Stand der Technik bzw. Stand der Wissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland und dienen als Entscheidungshilfen bei der Erarbeitung und Anwendung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften. Die Arbeitsergebnisse der KRdL fließen ferner als gemeinsamer deutscher Standpunkt in die europäische technische Regelsetzung bei CEN (Europäisches Komitee für Normung) und in die internationale technische Regelsetzung bei ISO (Internationale Organisation für Normung) ein.

Folgende Themenschwerpunkte werden in vier Fachbereichen behandelt:

*Fachbereich I „Umweltschutztechnik“*

Produktionsintegrierter Umweltschutz; Verfahren und Einrichtungen zur Emissionsminderung; ganzheitliche Betrachtung von Emissionsminderungsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Luft, Wasser und Boden; Emissionswerte für Stäube und Gase; anlagenbezogene messtechnische Anleitungen; Umweltschutzkostenrechnung

**Preliminary note**

In the Commission on Air Pollution Prevention of VDI and DIN – Standards Committee (KRdL) experts from science, industry and administration, acting on their own responsibility, establish VDI Guidelines and DIN Standards in the field of environmental protection. These describe the state of the art in science and technology in the Federal Republic of Germany and serve as a decision-making aid in the preparatory stages of legislation and application of legal regulations and ordinances. KRdL’s working results are also considered as the common German point of view in the establishment of technical rules on the European level by CEN (European Committee for Standardization) and on the international level by ISO (International Organization for Standardization).

The following topics are dealt with in four subdivisions:

*Subdivision I*

*“Environmental Protection Techniques”*

Integrated pollution prevention and control for installations; procedures and installations for emission control; overall consideration of measures for emission control with consideration given to the air, water and soil; emission limits for dusts and gases; plant-related measurement instructions; environmental industrial cost accounting

*Fachbereich II „Umweltmeteorologie“*

Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; störfallbedingte Freisetzungen; mikro- und mesoskalige Windfeldmodelle; Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Oberflächen; meteorologische Messungen; angewandte Klimatologie; Lufthygienekarten; human-biometeorologische Bewertung von Klima und Lufthygiene; Übertragung meteorologischer Daten

*Fachbereich III „Umweltqualität“*

Wirkung von Luftverunreinigungen auf Mensch, Tier, Pflanze, Boden, Werkstoffe und Atmosphäre; wirkungsbezogene Mess- und Erhebungsverfahren; Erfassung und Wirkung mikrobieller Luftverunreinigungen; Olfaktometrie; Umweltsimulation

*Fachbereich IV „Umweltmesstechnik“*

Emissions- und Immissionsmesstechnik für anorganische und organische Gase sowie für Partikel; optische Fernmessverfahren; Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Messen von Bodenluftverunreinigungen; Verfahren zur Herstellung von Referenzmaterialien; Prüfpläne für Messgeräte; Validierungsverfahren; Messplanung; Auswertungsverfahren; Qualitätssicherung

Die Richtlinien und Normen werden zunächst als Entwurf veröffentlicht. Durch Ankündigung im Bundesanzeiger und in der Fachpresse erhalten alle interessierten Kreise die Möglichkeit, sich an einem öffentlichen Einspruchsverfahren zu beteiligen. Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, dass unterschiedliche Meinungen vor Veröffentlichung der endgültigen Fassung berücksichtigt werden können.

Die Richtlinien und Normen sind in den sechs Bänden des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft zusammengefasst.

**Einleitung**

Die erste Tochterrichtlinie [G2] zur europäischen Luftqualitätsrahmenrichtlinie [G1] und die 22. BImSchV [G3] setzen Grenzwerte für die Konzentration von  $PM_{10}$  in der Außenluft fest. Im Rahmen der Ursachenermittlung für Immissionen von  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  kann es notwendig werden, Feinstäube auch in den Abgasen industrieller Anlagen zu messen.

In der vorliegenden Richtlinie wird ein Messverfahren zur Ermittlung der Emissionskonzentration von  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  beschrieben, das die in der Immissions-

*Subdivision II “Environmental Meteorology”*

Dispersion of pollutants in the atmosphere; emissions from accidental releases; micro- and meso-scale wind field models; interaction between the atmosphere and surfaces; meteorological measurements; applied climatology; air pollution maps; human-biometeorological evaluation of climate and air hygiene; transfer of meteorological data

*Subdivision III “Environmental Quality”*

Effects of air pollutants on man, farm animals, vegetation, soil, materials, and the atmosphere; methods for the measurement and evaluation of effects; determination of microbial air pollutants and their effects; olfactometry; environmental simulation

*Subdivision IV**“Environmental Measurement Techniques”*

Techniques for emission and ambient air measurements of inorganic and organic gases as well as particulate matter; optical open-path measurement methods; measurement of indoor air pollutants, measurement of soil air pollutants; procedures for establishing reference material; test procedures for measurement devices; validation procedures; measurement planning; evaluation methods; quality assurance

The guidelines and standards are first published as drafts. These are announced in the Bundesanzeiger (Federal Gazette) and in professional publications in order to give all interested parties the opportunity to participate in an official objection procedure. This procedure ensures that differing opinions can be considered before the final version is published.

The guidelines and standards are published in the six-volume VDI/DIN Reinhaltung der Luft (Air Pollution Prevention) manual.

**Introduction**

The first daughter directive [G2] of the European framework directive on air quality [G1] and the twenty-second ordinance on the implementation of the Federal Immission Control Act (22nd BImSchV) [G3] specify limit values for  $PM_{10}$  concentrations in ambient air. In order to identify the cause of  $PM_{10}$  and  $PM_{2,5}$  in ambient air, it may be necessary to measure fine dust particles in the waste gas of industrial sources.

The present guideline describes a measurement method for the determination of concentrations of  $PM_{10}$  and  $PM_{2,5}$  emissions, which realizes the same