

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Messen von Partikeln in der Außenluft
Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und
Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen
Grundlagen

VDI 3867

Blatt 1 / Part 1

Measurement of particulate matter in ambient air
Determination of the particle number concentration
and number size distribution of aerosols
Fundamentals

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 | 2 | Introduction | 2 |
| 1 Anwendungsbereich | 3 | 1 Scope | 3 |
| 2 Begriffe | 3 | 2 Terms and definitions | 3 |
| 3 Partikelgrößenverteilung in der Außenluft | 5 | 3 Particle size distribution in ambient air | 5 |
| 3.1 Bedeutung der Anzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung für Klima und Gesundheit | 5 | 3.1 Importance of the number concentration and number size distribution for climate and health | 5 |
| 3.2 Darstellung von Größenverteilungen | 7 | 3.2 Representation of size distributions | 7 |
| 3.3 Beispiele für die Bandbreite des atmosphärischen Aerosols | 9 | 3.3 Examples of the range of the atmospheric aerosol. | 9 |
| 4 Übersicht über Partikelzählverfahren | 13 | 4 Overview of particle counting methods | 13 |
| 5 Kurzbeschreibung ausgewählter Messverfahren | 15 | 5 Brief description of selected measuring methods | 15 |
| 5.1 Optisches Aerosolspektrometer | 15 | 5.1 Optical aerosol spectrometer | 15 |
| 5.2 Flugzeitspektrometer | 16 | 5.2 Time-of-flight spectrometer | 16 |
| 5.3 Kondensationspartikelzähler | 17 | 5.3 Condensation particle counter | 17 |
| 5.4 Elektrisches Mobilitätsspektrometer | 19 | 5.4 Electrical mobility spectrometer | 19 |
| 5.5 Elektrischer Niederdruckimpaktor | 21 | 5.5 Electrical low pressure impactor | 21 |
| 6 Gerätekenngößen | 22 | 6 Instrument parameters. | 22 |
| 6.1 Messbereich der Partikelgröße | 22 | 6.1 Measuring range of particle size | 22 |
| 6.2 Messbereich der Partikelanzahlkonzentration. | 23 | 6.2 Measuring range of the particle number concentration | 23 |
| 6.3 Auflösungsvermögen für die Partikelgröße. | 24 | 6.3 Resolution for particle size | 24 |
| 6.4 Probennahmeflussstrom | 25 | 6.4 Sample flow rate | 25 |

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltmesstechnik

| | Seite |
|--|-------|
| 7 Qualitätssicherung | 25 |
| 7.1 Methoden zur Überprüfung der Gerätekenngößen | 25 |
| 7.2 Überprüfung der Gerätekenngößen | 29 |
| 7.3 Ermittlung der Messunsicherheit | 32 |
| 8 Hinweise zu Probennahme, Transport und Aufbereitung | 32 |
| Anhang A Beispiele für Oberflächen-, Volumen- und Massengrößenverteilungen | 35 |
| Anhang B Messnetztauglichkeit | 38 |
| Schrifttum | 43 |

| | Page |
|---|------|
| 7 Quality assurance | 25 |
| 7.1 Methods for checking instrument parameters | 25 |
| 7.2 Checking instrument parameters | 29 |
| 7.3 Determination of measurement uncertainty | 32 |
| 8 Remarks on sampling, transport and processing | 32 |
| Annex A Examples of surface, volume and mass size distributions | 35 |
| Annex B Suitability for air monitoring networks | 38 |
| Bibliography | 43 |

Vorbemerkung

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

Alle Rechte, insbesondere das 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), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Einleitung

Die Bedeutung von Aerosolpartikeln mit Durchmessern $D < 1 \mu\text{m}$ für die menschliche Gesundheit, aber auch für klimatische Effekte, wird mehr und mehr erkannt. Zur Beschreibung der Luftqualität erscheint es erforderlich, die gravimetrisch ermittelten Massenkonzentrationen wie PM_{10} oder $\text{PM}_{2,5}$ um eine Messung der Partikelanzahlkonzentration zu ergänzen. Da die ultrafeinen Partikel mit Durchmessern $D < 0,1 \mu\text{m}$ nur noch unwesentlich zur Masse des atmosphärischen Staubs beitragen, können sie nur mit zählenden Messverfahren mit ausreichender Empfindlichkeit erfasst werden.

Die Richtlinienreihe VDI 3867 beschreibt Messverfahren, mit denen die Partikelanzahl oder die Anzahlgrößenverteilung von Partikeln in der Außenluft er-

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).

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

Introduction

There is a growing awareness of the significance of aerosol particles with diameters of $D < 1 \mu\text{m}$ for human health as well as for their climatic impact. To assess air quality, it appears necessary to supplement gravimetrically determined mass concentrations such as PM_{10} or $\text{PM}_{2,5}$ with a measurement of the particle number concentration. Since ultrafine particles with diameters of $D < 0,1 \mu\text{m}$ make an almost insignificant contribution to the mass of atmospheric dust, they can only be detected with counting measuring methods of sufficient sensitivity.

Guideline series VDI 3867 specifies measuring methods for determining the particle number or particle size distribution in ambient air. These methods

mittelt werden kann. Diese Verfahren sind auch zur Charakterisierung von Prüfaerosolen geeignet. Dieses Blatt 1 der Richtlinienreihe gibt einen Überblick über die Messverfahren und erläutert deren Messprinzip. Darüber hinaus definiert es die aus der Messaufgabe resultierenden Anforderungen an diese Verfahren und ihre Kenngrößen.

In den Folgeblättern der Richtlinienreihe VDI 3867 werden einzelne Verfahren detailliert beschrieben:

- Blatt 2 Kondensationspartikelzähler
- Blatt 3 Elektrisches Mobilitätsspektrometer
- Blatt 4 Optisches Aerosolspektrometer
- Blatt 5 Flugzeitspektrometer
- Blatt 6 Elektrischer Niederdruckimpaktor

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3867.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gibt einen Überblick über Messverfahren, mit denen die Partikelanzahl oder die Anzahlgrößenverteilung von Partikeln in der Außenluft ermittelt werden kann, und beschreibt die den Verfahren zugrunde liegenden Messprinzipien. Darüber hinaus definiert sie die aus der Messaufgabe resultierenden Anforderungen an diese Verfahren und ihre Kenngrößen.

Diese Verfahren sind auch zur Charakterisierung von Prüfaerosolen geeignet.

are also suitable for characterizing test aerosols. This Part 1 of the guideline series reviews the measuring methods and explains the measurement principles. It also defines the requirements for these methods and their performance characteristics arising from the measurement task.

In the subsequent parts of guideline series VDI 3867, individual methods are described in detail:

- Part 2 Condensation particle counter
- Part 3 Electrical mobility spectrometer
- Part 4 Optical particle counter
- Part 5 Time-of-flight spectrometer
- Part 6 Electrical low pressure impactor

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at www.vdi.de/3867.

1 Scope

This guideline reviews measuring methods for determining the particle number or number size distribution in ambient air and describes the measuring principles on which these methods are based. In addition, it also defines the requirements of these methods resulting from the measurement task and their parameters.

These methods are also suitable for characterizing test aerosols.