

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Messen von Innenraumluftverunreinigungen
Messstrategie für die Erfassung von
luftgetragenen Partikeln im Innenraum
PM_{2,5}-Fraktion
Measurement of indoor air pollution
Measurement strategies for determination of
airborne particles in indoor environment
PM_{2,5} fraction

VDI 4300
Blatt 11 / Part 11

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
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweise	4
3 Begriffe	4
4 Herkunft, Eigenschaften und gesundheitliche Bedeutung luftgetragener Partikel	6
4.1 Herkunft und Eigenschaften	6
4.2 Gesundheitliche Bedeutung	7
5 Besonderheiten bei der Partikelmessung im Innenraum	10
5.1 Partikeldynamik im Innenraum	10
5.2 Einfluss von raumlufttechnischen Systemen	11
5.3 Nutzungsbedingungen	12
5.4 Mittelwert und Spitzenkonzentration	12
6 Messverfahren für luftgetragene Partikel im Innenraum	13
6.1 Gravimetrische Messung mit Filterverfahren	14
6.2 Streulichtfotometrie	16
6.3 Optisches Aerosolspektrometer	17
6.4 Kondensationspartikelzähler	19
6.5 Aerosol-Elektrometer	20
6.6 Partikelgrößenspektrometer	20
6.7 Flugzeitspektrometer	22
7 Messstrategie für die Bestimmung luftgetragener Partikel im Innenraum	22
7.1 Messstrategie zur Bestimmung der Partikelmassenkonzentration	23
7.2 Messstrategie für die Quellenzuordnung	24
7.3 Messstrategie zur Erfolgskontrolle von Minderungsmaßnahmen	29
7.4 Vergleichsmessung in der Außenluft	29

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Normative references	4
3 Terms and definitions	4
4 Origin, properties and health implications of airborne particles	6
4.1 Origin and properties	6
4.2 Significance for health	7
5 Special features of particle measurement indoors	10
5.1 Particle dynamics indoors	10
5.2 Effect of air-conditioning systems	11
5.3 Conditions of use	12
5.4 Mean and peak concentration	12
6 Measurement methods for airborne particles indoors	13
6.1 Gravimetric measurement using filter methods	14
6.2 Scattered light photometry	16
6.3 Optical aerosol spectrometer	17
6.4 Condensation particle counter	19
6.5 Aerosol electrometer	20
6.6 Particle size spectrometer	20
6.7 Time-of-flight spectrometer	22
7 Measurement strategy for determining airborne particles indoors	22
7.1 Measurement strategy for determining particle mass concentrations	23
7.2 Measurement strategy for source attribution	24
7.3 Measurement strategy for reviewing the success of mitigation procedures	29
7.4 Comparative measurement in the ambient air	29

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltmesstechnik

	Seite		Page
8 Auswertung und Angabe des Ergebnisses ..	30	8 Evaluation and reporting the results	30
9 Dokumentation	30	9 Documentation	30
10 Qualitätssicherung	30	10 Quality assurance	30
10.1 Qualitätssicherung bei der Bestimmung der Partikelmassenkonzentration	30	10.1 Quality assurance when determining particle mass concentrations	30
10.2 Qualitätssicherung bei der Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration	32	10.2 Quality assurance when determining particle number concentrations	32
Anhang A Orientierende Messungen im Innenraum	33	Annex A Exploratory measurements indoors	33
A1 Messung in Wohnräumen	33	A1 Measurement in residential premises	33
A2 Messung in Büroräumen	33	A2 Measurement in office premises	33
A3 Messung in Schulräumen, Kindergärten	33	A3 Measurement in classrooms, kindergartens	33
A4 Messung in anderen Innenräumen	34	A4 Measurement in other indoor premises	34
Anhang B Protokoll für die Messung luftgetragener Partikel im Innenraum	35	Annex B Protocol for the measurement of airborne particles indoors	35
Anhang C Beispielhafte Partikelkonzentra- tionen bei Nutzungsaktivitäten	43	Annex C Examples of particle concentrations during user activities	43
Schrifttum	46	Bibliography	46

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.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/4300.

Einleitung

Belastungen der Luft mit luftgetragenen Partikel (umgangssprachlich Feinstaub) spielen nicht nur im Außenbereich eine Rolle, sondern sind auch und gerade in Innenräumen von hygienischer Bedeutung. Der Mensch in Mitteleuropa hält sich den überwiegenden Teil des Tages in Innenräumen auf. Durch Außenlufteinträge und durch Quellen aus dem Innenraum wie Rauchen, Heimwerken, Kerzenabbrand, Kaminnutzung, Kochen, Druckergebrauch usw., gelangen Partikel in die Raumluft.

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 specified in the VDI Notices (www.vdi.de/richtlinien).

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

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the internet at www.vdi.de/4300.

Introduction

Airborne particulate matter (colloquially known as “fine dust”) plays a role not only outdoors, but is also significant in terms of hygiene, especially indoors. People in Central Europe spend most of the day indoors. Particles are either transported into indoor air from outdoor environments or the particles directly result from indoor sources like smoking, DIY, burning candles, residential wood burning, cooking, using printers, etc. The concentration, composition, and size distribution of air-

Staubkonzentration, Zusammensetzung und Korngrößenverteilung dieser Stäube werden im Innenraum durch gegebene Randbedingungen wie Raumgröße, Luftfeuchte, Luftwechsel, Luftströmung und Senkeneffekte an Wänden und Decken, Bodenbelägen und Einrichtungsgegenständen beeinflusst. Zudem werden durch Aktivitäten bereits sedimentierte Partikel vorübergehend wieder in die Luft überführt und können eingeatmet werden. All dies kann im Einzelfall zu recht unterschiedlichen Innenraumbelastungen mit Feinstaub führen, die nicht leicht erfassbar und gesundheitlich schwer zu bewerten sind.

Als Innenräume werden in der Richtlinienreihe VDI 4300 gemäß der Definition des Rats von Sachverständigen für Umweltfragen folgende Räume verstanden [1]: Wohnungen mit Wohn-, Schlaf-, Bastel-, Sport- und Kellerräumen, Küchen und Badezimmern; Arbeitsräume oder Arbeitsplätze in Gebäuden, die nicht im Hinblick auf Luftschadstoffe arbeitsschutzrechtlichen Kontrollen unterliegen (z.B. Büros, Verkaufsräume), öffentliche Gebäude (z.B. Gaststätten, Theater, Kinos und andere Veranstaltungsräume) sowie die Fahrgasträume von Kraftfahrzeugen und allen öffentlichen Verkehrsmitteln (Busse, Bahnen, Flugzeuge).

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Richtlinie beschreibt die Messverfahren und die Messstrategie zur Bestimmung der Konzentration an luftgetragenen Partikeln speziell der Fraktion mit einem Äquivalentdurchmesser $< 2,5 \mu\text{m}$ im Innenraum. Weiterhin werden Verfahren zur Identifizierung von innenraumtypischen Partikelquellen und zur Kontrolle von Mindestmaßnahmen beschrieben.

In Abschnitt 6 werden verschiedene Messverfahren mit ihren Vor- und Nachteilen und Anwendungsbereichen im Innenraum beschrieben. Die Messstrategien für die Bestimmung der luftgetragenen Partikel im Innenraum werden in Abschnitt 7 beschrieben.

Die Bestimmung von Bioaerosolen sowie die chemische Charakterisierung von Partikeln werden in dieser Richtlinie nicht behandelt. Für die Messung und Beurteilung von Staubinhaltsstoffen wird auf die entsprechenden Technischen Regeln der Reihen VDI 4301 und DIN (EN) ISO 16000 verwiesen.

Fahrgasträume von Kraftfahrzeugen und öffentlichen Verkehrsmitteln werden in dieser Richtlinie nicht behandelt.

borne particulate matter in indoor environments strongly depend on parameters such as the room size, relative humidity, air exchange rate, air flow conditions, and sink effects on surfaces (e.g., walls, ceilings, floor coverings, furnishings). In addition, particles already sedimented are temporarily transferred again to the air through various activities, and can be inhaled. Depending on the particular case, all this can result in highly variable levels of indoor fine dust pollution that are not easily ascertained or assessed in terms of their impact on health.

In the series of standards VDI 4300, the following rooms are understood to constitute indoor spaces in accordance with the definition by the Council of Experts on Environmental Matters of the German Federal Ministry of the Environment [1]: dwellings with living rooms, bedrooms, work rooms, sport rooms, cellars, kitchens and bathrooms; work spaces or workstations in buildings not subject to controls under industrial safety legislation in terms of airborne pollution (e.g. offices, shops), public buildings (e.g. restaurants, theatres, cinemas and other function rooms) and the passenger compartments of vehicles and all public transport systems (buses, trains, aircraft).

1 Scope

This standard describes the measurement methods and strategies for determining the concentration of airborne particles indoors, in particular the fraction with an equivalent diameter $< 2,5 \mu\text{m}$. In addition, it describes methods for identifying typical indoor particle sources and for controlling the success of alleviation measures.

Section 6 describes various measurement methods with their advantages, drawbacks and areas of application indoors. Section 7 describes measurement strategies for determining airborne particles indoors.

This standard does not cover the determination of bioaerosols or the chemical characterisation of particles. For the measurement and assessment of dust composition, see the relevant technical rules in the VDI 4301 series and DIN (EN) ISO 16000.

This standard does not cover passenger compartments of vehicles and public transport systems.