

**VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE**

Messen von Immissionen
Probenahme von atmosphärischen Partikeln > 2,5 µm auf einer Akzeptorfläche mit dem Passivsammler Sigma-2
Lichtmikroskopische Charakterisierung sowie Berechnung der Anzahlsedimentationsrate und der Massenkonzentration
Ambient air measurements
Sampling of atmospheric particles > 2,5 µm on an acceptor surface using the Sigma-2 passive sampler
Characterisation by optical microscopy and calculation of number settling rate and mass concentration

VDI 2119

**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	4	2 Terms and definitions	4
3 Einsatzmöglichkeiten.	8	3 Applications	8
4 Grundlagen	9	4 Fundamentals	9
4.1 Physikalische Grundlagen.	9	4.1 Physical fundamentals	9
4.2 Eigenschaften des Verfahrens.	10	4.2 Features of the method	10
4.3 Grenzen des Verfahrens.	12	4.3 Limitations of the method	12
5 Probenahmegerät.	12	5 Sampler	12
5.1 Aufbau und Teile des Passivsammlers	12	5.1 Configuration and components of the passive sampler	12
5.2 Funktion.	13	5.2 Function.	13
5.3 Sammeleigenschaften	14	5.3 Sampling characteristics	14
5.4 Akzeptorfläche	14	5.4 Acceptor surface	14
6 Probenahme.	14	6 Sampling	14
6.1 Standortauswahl und Geräteaufstellung	14	6.1 Sampler siting and mounting	14
6.2 Probenahmedauer und -intervalle	15	6.2 Sampling period and intervals	15
6.3 Probenwechsel	17	6.3 Sample replacement	17
6.4 Störeinflüsse bei der Probenahme	17	6.4 Interferences during sampling	17
7 Lichtmikroskopische Analyse	19	7 Optical microscopy analysis	19
7.1 Allgemeine Hinweise	19	7.1 General	19
7.2 Einfluss der Immersion	19	7.2 Influence of immersion	19
7.3 Mögliche Fehlbefunde bei der lichtmikroskopischen Analyse	19	7.3 Potential false results generated by optical microscopy analysis	19
7.4 Referenzpräparat	20	7.4 Reference sample	20
7.5 Manuelle Lichtmikroskopie.	20	7.5 Manual optical microscopy.	20
7.6 Halbautomatische Lichtmikroskopie	27	7.6 Semi-automatic optical microscopy	27
7.7 Vollautomatische Lichtmikroskopie	32	7.7 Fully automatic optical microscopy	32

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltmesstechnik

	Seite
8 Berechnung der Ergebnisse	37
8.1 Zugrunde liegende Annahmen	37
8.2 Anforderungen an die Messung	37
8.3 Anzahl sedimentationsrate und Massenkonzentration	38
9 Verfahrenskenngrößen	40
9.1 Allgemeines	40
9.2 Messunsicherheit	40
9.3 Zählfehler	43
9.4 Nachweisgrenze	46
Anhang Weitere Analyseverfahren	48
A1 Allgemeines	48
A2 Einzelpartikelanalysen	48
A3 Pauschalanalysen	55
Schrifttum	59
Bennennungsindex englisch – deutsch	62

	Page
8 Calculation of results	37
8.1 Underlying assumptions	37
8.2 Measurement requirements	37
8.3 Number settling rate and mass concentration	38
9 Method performance characteristics	40
9.1 General	40
9.2 Measurement uncertainty	40
9.3 Counting error	43
9.4 Detection limit	46
Annex Other analysis methods	48
A1 General	48
A2 Single particle analyses	48
A3 Bulk analyses	55
Bibliography	59
Term index English – German	62

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.

Einleitung

Der Partikelgehalt der Luft ist eine wesentliche Zustandsgröße der Atmosphäre. Die Kenntnis von Art, Zusammensetzung, Konzentration und Größenverteilung der vorkommenden Partikel liefert Informationen über deren Herkunft und mögliche Wirkungen. Diese Informationen sind wesentliche Voraussetzung für eine Beurteilung der Luftqualität. Zur Probenahme atmosphärischer Partikel eignen sich sowohl aktive als auch passive Sammelverfahren. Zur passiven Probenahme in der Außenluft sind Verfahren mit Auffanggefäßen (z.B. Bergerhoff-Methode; siehe VDI 4320 Blatt 2) sowie solche mit Akzeptorflächen im Einsatz.

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.de/richtlinien).

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

Introduction

The atmospheric particulate matter concentration is a key indicator of the quality of the ambient air. The knowledge of the type, composition, concentration and size distribution of the particles present in the ambient air provides information on their sources and potential impacts. This information is a key prerequisite for an assessment of the ambient air quality. Both active and passive sampling methods lend themselves to the collection of atmospheric particles. Passive sampling methods employed for outdoor air sampling applications use either jar collectors (e.g. Bergerhoff method; see VDI 4320 Part 2) or acceptor surfaces for particle collection.

Ein Verfahren mit Akzeptorfläche ist Gegenstand dieser Richtlinie. Die Abscheidung der Partikel erfolgt in einem windberuhigten, niederschlagsgeschützten Zylinder auf einer waagerechten Akzeptorfläche nahezu ausschließlich durch Sedimentation. Diese trockene Sedimentation ist ein Bestandteil der gemäß VDI 4320 Blatt 1 definierten atmosphärischen Deposition. Die sedimentierten Partikel werden mikroskopisch nach Art und Anzahl bestimmt sowie eine größenfraktionierte Anzahl sedimentationsrate und Massenkonzentration berechnet.

Die Richtlinie VDI 2119 Blatt 4 (Ausgabe August 1997), die dieses Verfahren bereits beschrieb, wird durch diese Richtlinie ersetzt.

Folgende Weiterentwicklungen gaben den Anlass für eine Aktualisierung und Anpassung dieser Richtlinie an den Stand der Technik:

- Entwicklung und Erprobung neuer Akzeptorflächen für den Einsatz zusätzlicher Analyseverfahren neben der Lichtmikroskopie
- Fortschritte bei der Einzelpartikelanalyse durch verbesserte Bildverarbeitungsalgorithmen und leistungsfähigere Hardwarekomponenten
- Entwicklung und Erprobung neuer Verfahren zur spezifischen Anfärbung von Partikeln für eine erweiterte stoffliche Differenzierung
- Berechnung einer größenfraktionierten Konzentration der Partikelfraktion $> 2,5 \mu\text{m}$

1 Anwendungsbereich

In der vorliegenden Richtlinie werden beschrieben:

- a) die passive Probenahme sedimentierender Partikel auf einer Akzeptorfläche (Bild 1)



Bild 1. Passivsammler Sigma-2 im Feldeinsatz

The subject of this guideline is a method using an acceptor surface. Particle deposition occurs almost exclusively by sedimentation on a horizontal acceptor surface mounted in a cylinder that is protected from the effects of wind and precipitation. This dry sedimentation is part of the atmospheric deposition as defined in VDI 4320 Part 1. The settled particles are microscopically identified by type and number followed by the calculation of a size-fractionated number settling rate and mass concentration.

This guideline supersedes guideline VDI 2119 Part 4 (August 1997 edition) which originally described this method.

The following further developments have led to the necessity of revising and updating this guideline to reflect the state of the art:

- development and application of new acceptor surfaces for analysis by additional techniques apart from optical microscopy
- advances in single particle analysis through improved image processing algorithms and more powerful hardware components
- development and application of new methods for the specific staining of particles to allow an extended particle differentiation
- calculation of a size-fractionated concentration of the particle fraction $> 2,5 \mu\text{m}$

1 Scope

This guideline describes:

- a) a passive sampling method collecting settling particles on an acceptor surface (Figure 1)

Figure 1. Sigma-2 passive sampler deployed in the field

- b) die anschließende lichtmikroskopische Analyse von Partikeln mit einem geometrischen Äquivalentdurchmesser $> 2,5 \mu\text{m}$
- c) die Bestimmung einer nach Art und Größe differenzierten Anzahl sedimentationsrate
- d) die Berechnung einer größenfraktionierten Konzentration dieser Partikel

Im Anhang werden die Voraussetzungen für eine nachfolgende chemische und mineralogische Analyse definiert.

Das beschriebene Verfahren eignet sich nicht zur Überwachung von gesetzlichen Grenzwerten.

- b) the subsequent optical microscopy analysis of particles with a geometric equivalent diameter of $> 2,5 \mu\text{m}$
- c) the determination of a number settling rate differentiated by type and size
- d) the calculation of a size-fractionated concentration of these particles

The prerequisites for a subsequent chemical and mineralogical analysis are discussed in the Annex.

The method presented is not suited to monitoring statutory air quality standards.