

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Außenluft  
Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und  
Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen  
Optisches Aerosolspektrometer (OAS)

VDI 3867  
Blatt 4  
Entwurf

Ambient air – Determination of the particle number concentration and particle size distribution of aerosols – Optical aerosol spectrometer (OAS)

Einsprüche bis 2023-12-31

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal <http://www.vdi.de/3867-4>
- in Papierform an  
VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft  
Fachbereich Umweltmesstechnik  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

| Inhalt  | Seite |
|---|-------|
| Vorbemerkung .....  | 2     |
| Einleitung .....  | 2     |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....  | 2     |
| <b>2 Normative Verweise</b> .....   | 3     |
| <b>3 Begriffe</b> .....   | 3     |
| <b>4 Grundlage des Verfahrens</b> .....                                       | 3     |
| <b>5 Funktionsweise</b> .....   | 4     |
| <b>6 Verfahrensmerkmale</b> .....   | 4     |
| 6.1 Lichtquelle .....   | 4     |
| 6.2 Optische Anordnung .....  | 5     |
| 6.3 Messvolumen .....   | 5     |
| <b>7 Gerätekenngößen</b> .....  | 7     |
| <b>8 Funktionsprüfung</b> .....   | 9     |
| 8.1 Allgemeines .....   | 9     |
| 8.2 Überprüfung der Volumenströme .....                                       | 9     |
| 8.3 Überprüfung der internen Temperatur-<br>und Drucksensoren .....           | 9     |
| 8.4 Überprüfung der Fehlzählrate .....  | 9     |
| 8.5 Überprüfung der<br>Partikelgrößenbestimmung .....                         | 9     |
| 8.6 Überprüfung der internen<br>Fehlermeldungen .....                         | 9     |
| <b>9 Kalibrierung</b> .....   | 9     |
| 9.1 Allgemeines .....   | 9     |
| 9.2 Kalibrierung der<br>Partikelgrößenbestimmung .....                        | 9     |
| 9.3 Kalibrierung der Konzentrationsmessung/<br>Linearität der Kennlinie ..... | 11    |

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| 9.4 Ermittlung der maximal messbaren<br>Anzahlkonzentration .....  | 12    |
| 9.5 Zählwirkungsgrad an der unteren und<br>oberen Nachweisgrenze .....   | 12    |
| <b>10 Messplanung</b> .....  | 12    |
| <b>11 Vorbereitung und Durchführung der<br/>  Messung</b> .....  | 12    |
| <b>12 Datendokumentation</b> .....   | 13    |
| <b>13 Störeinflüsse und Fehlerquellen</b> .....  | 13    |
| <b>14 Ermittlung der Messunsicherheit</b> .....  | 13    |
| 14.1 Allgemeines .....   | 13    |
| 14.2 Zählwirkungsgrad im horizontalen<br>Bereich der Zählwirkungsgradkurve .....   | 14    |
| 14.3 Statistische Unsicherheit .....   | 14    |
| 14.4 Volumenstrommessung .....   | 14    |
| 14.5 Temperaturmessung .....   | 14    |
| 14.6 Druckmessung .....  | 14    |
| 14.7 Berechnung der Gesamtunsicherheit .....   | 14    |
| 14.8 Beispiel .....  | 15    |
| <b>15 Wartung</b> .....  | 17    |
| 15.1 Allgemeines .....   | 17    |
| 15.2 Regelmäßige Wartungsarbeiten .....  | 17    |
| 15.3 Präventive Wartungsarbeiten .....   | 17    |
| <b>Anhang</b> Ausführungsbeispiel: Laser-<br>Aerosolspektrometer LAP 323 –<br>Messprinzip mit zwei<br>Wellenlängen ..... | 18    |
| Schrifttum .....   | 21    |

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss  
Fachbereich Umweltmesstechnik

## 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

Die Richtlinienreihe VDI 3867 beschreibt Messverfahren, mit denen die Partikelanzahl oder die Anzahlgrößenverteilung von Partikeln in der Außenluft ermittelt werden kann. Diese Verfahren sind auch zur Charakterisierung von Prüfaerosolen geeignet. VDI 3867 Blatt 1 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 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 und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3867](http://www.vdi.de/3867).

Optische Aerosolspektrometer (OAS) ermitteln die Partikelgröße und Anzahlkonzentration durch eine Einzelpartikel-Streulichtmessung (siehe z.B. ISO 21501-1). Sie unterscheiden sich im Messprinzip nicht von Streulicht-Einzelpartikelzählern (*light scattering airborne particle counter*), die im Bereich der Reinraum- und Reinmedientechnik eingesetzt werden (siehe z.B. ISO 21501-4). Da die Partikelanzahlkonzentrationen bei diesen Anwendungen um mehr als sechs Größenordnungen unterhalb der Außenluftkonzentrationen liegen können, sind diese Geräte z.B. durch große Volumenströme und andere Designparameter für niedrige Anzahlkonzentrationen optimiert. Ein hohes Auflösungsvermögen hinsichtlich der Partikelgröße, wie sie für ein

OAS angestrebt wird, ist in der Reinraum- und Reinmedienanwendung weniger wichtig. Diese Streulicht-Einzelpartikelzähler sind sowohl aufgrund ihres Anzahlkonzentrationsmessbereichs als auch meist aufgrund ihres geringen Auflösungsvermögens nicht für Außenluftanwendungen verwendbar und deshalb auch nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

Einige OAS ermöglichen auch die Bestimmung der Massenkonzentrationen definierter Feinstaubfraktionen (PM<sub>10</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>). Diese werden unter Annahme von partikelgrößenabhängigen Brechungsindizes sowie Partikeldichten und -formen aus den gemessenen Anzahlgrößenverteilungen berechnet.

Optische Aerosolspektrometer finden auch Einsatz bei der Messung von Partikeln in Innenräumen (VDI 4300 Blatt 11, DIN ISO 16000-34) sowie an Arbeitsplätzen (DIN 33899-2). In der letztgenannten Norm werden die Geräte „optische Partikelzähler“ genannt.

Signifikante Änderungen gegenüber der vorherigen Version dieser Richtlinie (Ausgabe Juni 2011) sind:

- normativer Verweis auf VDI 3867 Blatt 1
- Berücksichtigung der technischen Entwicklungen
- ausführliche Betrachtungen zur Messunsicherheit

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt den Einsatz von OAS zur Bestimmung der Partikelanzahlgrößenverteilung und der Anzahlkonzentration in Außenluft und in Prüfaerosolen. Diese Geräte werden auch zur Bestimmung der Fraktionsabscheidegrade von Filtern und Abscheidern eingesetzt.

Der erfassbare Partikelgrößenbereich erstreckt sich von etwa 0,07 µm bis etwa 25 µm (Streulichtäquivalentdurchmesser). Dabei können Anzahlkonzentrationen von weniger als 1 cm<sup>-3</sup> bis maximal etwa 10<sup>5</sup> cm<sup>-3</sup> gemessen werden. Der Messvolumenstrom und die maximal zulässige Anzahlkonzentration können bei den verfügbaren Gerätetypen um Größenordnungen variieren. Die zeitliche Auflösung liegt dementsprechend im Bereich von weniger als einer Sekunde bis einige Minuten.

Diese Richtlinie definiert einen Satz von Gerätekenngößen sowie die Verfahren zu deren Ermittlung, legt aber keine Mindestanforderungen fest. Diese werden durch die jeweiligen Messaufgaben bedingt und sind vom Anwender zu berücksichtigen.