

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Messen von Partikeln
Herstellungsverfahren für Prüfaerosole
Kondensationsverfahren
Measurement of particles
Methods for generating test aerosols
Condensation methods

VDI 3491
Blatt 4 / Part 4

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	3
3 Begriffe	3
4 Grundlage des Verfahrens	3
5 Partikelmaterialien	5
6 Methoden	5
6.1 Allgemeines	5
6.2 Erzeugen von Kondensationskernen	8
6.3 Dosieren und Verdampfen des Partikelmaterials	9
6.4 Abkühlung und Kondensation	9
7 Technische Realisierungen	10
7.1 Funken-Aerosolgeneratoren	10
7.2 Aerosolgenerator nach <i>Scheibel</i> und <i>Porstendörfer</i>	15
7.3 Sinclair-LaMer-Aerosolgeneratoren	18
7.4 Aerosolgenerator nach <i>Rapaport</i> und <i>Weinstock</i>	27
8 Funktionsprüfung und Wartung	28
9 Dokumentation	29
Schrifttum	30

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Normative references	3
3 Terms and definitions	3
4 Principle	3
5 Particle materials	5
6 Methods	5
6.1 General	5
6.2 Generation of condensation nuclei	8
6.3 Particle material metering and evaporation	9
6.4 Cooling and condensation	9
7 Technical realizations	10
7.1 Spark-discharge aerosol generators	10
7.2 Scheibel and Porstendörfer aerosol generator	15
7.3 Sinclair-LaMer aerosol generators	18
7.4 Rapaport and Weinstock aerosol generator	27
8 Function testing and maintenance	28
9 Documentation	29
Bibliography	30

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

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 4: Analysen- und Messverfahren I

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 Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechtes und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (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 3491 beschreibt Methoden zur Herstellung von Prüfaerosolen, die z.B. zum Kalibrieren bzw. Justieren von Partikelmessgeräten (siehe VDI 3867 Blatt 1 bis Blatt 6) oder zur Bestimmung von Abscheide- bzw. Durchlassfunktionen abscheidender bzw. trennender Systeme eingesetzt werden können.

Ein Prüfaerosol (in einigen technischen Bereichen auch als „Teststaub“ bezeichnet) im Sinne dieser Richtlinie ist ein Aerosol, dessen für die jeweilige Verwendung relevanten Eigenschaften bekannt sind und dessen Produktionsprozess die Reproduzierbarkeit und Konstanz dieser Eigenschaften im Rahmen der Anforderungen sicherstellt. Dabei umfassen die Eigenschaften des Prüfaerosols sowohl die Eigenschaften der Partikel als auch die Eigenschaften des Trägergases.

VDI 3491 Blatt 1 beschreibt die einzelnen Prinzipien, die zur Erzeugung von Prüfaerosolen eingesetzt werden können. Es definiert die zur Beschreibung eines Prüfaerosols notwendigen Größen und spezifiziert allgemeine Anforderungen an ein Prüfaerosol.

In den Folgeblättern der Richtlinienreihe VDI 3491 werden einzelne Verfahren, zusammengefasst nach dem Prinzip des Aerosolerzeugungsprozesses, näher beschrieben und die Anforderungen verfahrensspezifisch genauer definiert:

Blatt 2 Dispergierung von Flüssigkeiten

Blatt 3 Dispergierung von Haufwerken

Blatt 4 Kondensationsverfahren

Blatt 5 Herstellung mithilfe von Verbrennungsprozessen und anderen thermischen Reaktionen

Die Richtlinie VDI 3491 Blatt 6 behandelt den Transport und die Konditionierung der Prüfaerosole vor ihrer Anwendung.

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

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

Introduction

The standards series VDI 3491 describes methods for generating test aerosols that can be used, for example, for the calibration or adjustment of particle measuring instruments (see VDI 3867 Part 1 to Part 6) or for the determination of the separation or permeation performance of precipitation or separation systems.

A test aerosol (also known as “test dust” in some technical fields) under the terms of this standard is an aerosol whose properties relevant to the application in question are known and whose production process ensures the reproducibility and constancy of these properties in the context of the requirements. The properties of the test aerosol comprise both the properties of the particles and the properties of the carrier gas.

VDI 3491 Part 1 describes the various principles that can be applied in the generation of test aerosols. It defines the quantities necessary for describing a test aerosol and specifies the general requirements that a test aerosol shall meet.

In VDI 3491 Part 2 to Part 5, the methods, grouped according to the principle of the aerosol generation process, are described in greater detail and the requirements are defined with greater precision for the specified methods:

Part 2 Dispersing liquids

Part 3 Dispersing powders

Part 4 Condensation methods

Part 5 Production using combustion processes and thermal reactions

The standard VDI 3491 Part 6 deals with the handling and conditioning of the test aerosol before its use.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3491.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt Kondensationsverfahren zur Herstellung von Prüfaerosolen. Die Verfahren können zum Kalibrieren, Justieren oder Überprüfen von partikelzählenden Messgeräten sowie zum Überprüfen der zugehörigen Probenahme-, Konditionierungs- und Verdünnungssysteme eingesetzt werden.

Zudem können mit diesen Prüfaerosolen Abscheide- bzw. Durchlassfunktionen abscheidender bzw. trennender Systeme (z.B. Filter, Zyklone) bestimmt werden.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind in der Bereitstellung von Tracerpartikeln zur optischen Strömungsgeschwindigkeitsmessung und von Testmaterialien und standardisierten Proben für weitergehende Analysen gegeben.

Auch in der medizinischen Forschung (z.B. Inhalationsexperimente, toxikologische Untersuchungen) finden diese Verfahren Anwendung.

2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI 3491 Blatt 1:2016-07 Messen von Partikeln; Herstellungsverfahren für Prüfaerosole; Grundlagen und Übersicht

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3491.

1 Scope

This standard describes methods for generating test aerosols based on condensation of particle materials from the vapour phase. The methods can be used for calibrating, adjusting or checking particle-counting measuring instruments and for checking the associated sampling, conditioning and diluting systems.

In addition, these test aerosols can be used for determining the separation or permeation performance of precipitation or separation systems (e.g. filters and cyclones).

Further possible applications exist in the provision of tracer particles for optical flow rate measurement and of test materials and standardised samples for more detailed analysis (e.g. EC/OC analysis).

These methods are employed as well in medical research (e.g. inhalation experiments, toxicological investigations).

2 Normative references

The following referenced document is indispensable for the application of this standard:

VDI 3491 Part 1:2016-07 Measurement of particles; Methods for generating test aerosols; Principles and overview