

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Bioaerosole und biologische Agenzien
Messen von Emissionen
Probenahme von Bioaerosolen und Abscheidung
in Flüssigkeiten

VDI 4257
Blatt 2 / Part 2

Bioaerosols and biological agents
Emission measurement
Sampling of bioaerosols and separation in liquids

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	3	Preliminary note	3
Einleitung	3	Introduction	3
1 Anwendungsbereich	4	1 Scope	4
2 Begriffe	5	2 Terms and definitions	5
3 Formelzeichen	9	3 Symbols	9
4 Grundlage des Verfahrens	11	4 Principle of method	11
4.1 Grundlegende Anforderungen an die Probenahme	11	4.1 Basic requirements for sampling	11
4.2 Erfassbarer Partikelgrößenbereich	12	4.2 Measurable particle size range	12
5 Theoretische Grundlagen	13	5 Theoretical fundamentals	13
5.1 Isokinetische Probenahme	14	5.1 Isokinetic sampling	13
5.2 Bestimmung von Konzentration und Fracht der Mikroorganismen	14	5.2 Determination of concentration and load of the microorganisms	14
6 Geräte und Materialien	15	6 Devices and materials	15
6.1 Geräte und Verfahren zur Messung der Abluftparameter für die Berech- nung des Hauptvolumenstroms	15	6.1 Devices and methods for measurement of the exhaust air parameters for the calculation of the main volume flow	15
6.2 Geräte für die Bioaerosol- probenahme	16	6.2 Devices for the sampling of bioaerosols	16
7 Probenahme	19	7 Sampling	19
7.1 Vorbereitung der Probenahmeaus- rüstung	20	7.1 Preparation of the sampling equipment	20
7.2 Isokinetische Probenahme	21	7.2 Isokinetic sampling	21
7.3 Durchführung der Bioaerosol- probenahme	23	7.3 Performing bioaerosol sampling	23
7.4 Transport und Lagerung	28	7.4 Transport and storage	28
8 Analyse	28	8 Analysis	28
9 Auswertung	28	9 Evaluation	28
9.1 Übergabe der Ergebnisse durch das analytische Labor	28	9.1 Transfer of the results by the analytical laboratory	28
9.2 Teilgasvolumen bei der Probenahme	29	9.2 Sample gas volume during sampling	29
9.3 Mikroorganismenkonzentration	31	9.3 Microorganism concentration	31
9.4 Berechnung der Fracht	32	9.4 Load calculation	32

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltmesstechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a: Maximale Immissions-Werte
VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 4: Analysen- und Messverfahren I
VDI-Handbuch Biotechnologie

	Seite
10 Verfahrenskenngrößen	32
10.1 Messunsicherheit.....	33
10.2 Feldblindwert.....	34
11 Wartung und Qualitätssicherung	34
12 Sammeleffizienz und Grenzen des Verfahrens	35
13 Störungen	36
Schrifttum	36
Anhang A Theoretische Grundlagen der isokinetischen Probenahme	38
Anhang B Ausführungsbeispiel für Schimmelpilze und Bakterien.....	43
B1 Festlegung der Messpunkte	43
B2 Geräte und Materialien (gemäß Abschnitt 6).....	43
B3 Durchführung der Probenahme (gemäß Abschnitt 7).....	45
Anhang C Zusammenfassung der Anforderungen an die Emissionsmessung.....	55
Anhang D Musterprotokoll für Probenahme und Analyse.....	55
D1 Probenahme	57
D2 Analyse	58

	Page
10 Performance characteristics	32
10.1 Measurement uncertainty	33
10.2 Field blank value	34
11 Maintenance and quality assurance	34
12 Sampling efficiency and limits of the method	35
13 Interferences	36
Bibliography.....	36
Annex A Theoretical fundamentals of isokinetic sampling	38
Annex B Practical example for moulds and bacteria	43
B1 Determination of the measurement points.....	43
B2 Devices and materials (according to Section 6)	43
B3 Sampling (according to Section 7)	45
Annex C Summary of the requirements to the emission measurement.....	56
Annex D Sample protocol for sampling and analysis	59
D1 Sampling	59
D2 Analysis.....	60

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-richtlinien.de), 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/4257.

Einleitung

Die Messung von Partikeln und gasförmigen chemischen Verbindungen in der Außenluft wird seit vielen Jahren vorgenommen und ist im Bundes-Immissionsschutzgesetz und seinen Verordnungen sowie in der TA Luft geregelt. Ziel dieser Messungen ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und – soweit es sich um immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen handelt – dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen. Die gesetzlichen Vorgaben zur Begrenzung mikrobieller Emissionen sind bislang nur allgemein formuliert. So schreibt die TA Luft für bestimmte Anlagen vor, „die Möglichkeiten, die Emissionen an Keimen und Endotoxinen durch dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen zu vermindern, sind zu prüfen“. Ergänzend wurden zahlreiche Technische Regeln im Arbeitsschutz (Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA)) und Umweltschutz erstellt. Weiterführende Informationen finden sich in der Schriftenreihe der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) Band 30 [1], Band 35 [2] und Band 39 [3].

Der Themenbereich „Bioaerosole und biologische Agenzien“ ist aufgrund seiner Komplexität in mehrere Richtlinienreihen unterteilt.

Die Richtlinienreihe VDI 4250 beschreibt die Wirkung mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen.

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.

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at www.vdi.de/4257.

Introduction

The measurement of particles and gaseous chemical compounds in ambient air has been carried out for many years and is regulated by the German Federal Immission Control Act (BImSchG) and the associated implementing ordinances including the Technical Instructions on Air Quality Control (TA Luft). The purpose of these measurements is to protect humans, animals and plants, soil, the atmosphere as well as cultural objects and other material goods from harmful effects on the environment and – to the extent plants subject to licensing are involved – to prevent the occurrence of any such harmful effects on the environment. The statutory requirements for the limitation of microbial emissions have so far not been detailed and are of a general nature only. The Technical Instructions on Air Quality Control (TA Luft) specifies for certain facilities, that “*the possibilities to reduce emissions of germs and endotoxins by state of the art techniques shall be examined*”. Additionally numerous Technical Rules have been established in the field of occupational health and safety (Technical Rules for Biological Agents (TRBA)) and environmental protection. Further information can be obtained from the publication series by Commission on Air Pollution Prevention (Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)) Volume 30 [1], Volume 35 [2] and Volume 39 [3].

The subject area “Bioaerosols and biological agents“ is divided into several guideline series due to its complexity.

The series of guidelines VDI 4250 describes the impact of microbial air pollution on humans.

Die Richtlinienreihe VDI 4251 legt die Bedingungen fest, die bei der Planung von Immissionsmessungen und bei der Ausbreitungsrechnung mikrobieller Luftverunreinigungen berücksichtigt werden müssen.

In der Richtlinienreihe VDI 4252 werden die verschiedenen Verfahren zur Probenahme von Bioaerosolen beschrieben und die Anforderungen an die Durchführung der Immissionsmessungen festgelegt.

Die Richtlinienreihe VDI 4253 legt die Bedingungen für die Anzucht und Detektion von Mikroorganismen sowie für die Analyse von Viren fest und baut auf der in VDI 4252 und VDI 4257 beschriebenen Probenahme auf.

Die Richtlinienreihe VDI 4254 beschäftigt sich mit der Analyse von gasförmigen Luftverunreinigungen mikrobieller Herkunft wie MVOC, Endotoxinen, Mykotoxinen und Glucanen.

Die Richtlinienreihe VDI 4255 stellt die unterschiedlichen Emissionsquellen mikrobieller Luftverunreinigungen dar und beschreibt Verfahren zur Minderung dieser Emissionen.

In der Richtlinienreihe VDI 4256 werden die statistischen Kenngrößen, die für die Beschreibung und Vergleichbarkeit der Verfahren notwendig sind, festgelegt.

Die Richtlinienreihe VDI 4257 beschreibt die Planung, die Durchführung und die verschiedenen Verfahren der Emissionsmessung von mikrobiellen Luftverunreinigungen.

Die Richtlinienreihe VDI 4258 beschreibt die Herstellung von Prüfbioaerosolen zur Validierung von Messverfahren.

Die Anwendung der vorliegenden Richtlinie setzt die Berücksichtigung der oben aufgeführten Richtlinienreihen voraus, sobald diese verfügbar sind. Eine Übersicht der aktuellen Richtlinien ist im Internet unter www.vdi.de/bioaerosole abrufbar.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Richtlinie VDI 4257 Blatt 2 enthält Vorgaben zur aktiven Probenahme von Bioaerosolen aus der Abluft, die durch einen definierten Querschnitt strömt. Sie legt allgemeine Grundsätze fest, die bei einer Emissionsmessung von Bioaerosolen berücksichtigt werden müssen. Die Probenahme der Bioaerosole erfolgt unter Berücksichtigung der isokinetischen Probenahme gemäß VDI 2066 Blatt 1¹⁾ unter Verwendung eines Emissionsimpingers.

The series of guidelines VDI 4251 defines the conditions to be taken into account in ambient air measurement planning and dispersion modelling for the assessment of microbial air pollutants.

In series of guidelines VDI 4252 different bioaerosol sampling methods are described and the requirements for the realization of the ambient air measurement are laid down.

The series of guidelines VDI 4253 lays down the conditions for cultivation and detection of bioaerosols as well as for the analysis of viruses and is based on the sampling method described in VDI 4252 and VDI 4257.

The series of guidelines VDI 4254 is concerned with the analysis of gaseous air pollution of microbial origin such as MVOC (microbial volatile organic compounds), endotoxins, mycotoxins and glucanes.

The series of guidelines VDI 4255 presents different sources of emission of microbial air pollution and describes methods for the reduction of these emissions.

Series of guidelines VDI 4256 defines the statistical characteristics required for the description and comparability of the methods.

Series of guidelines VDI 4257 describes the planning, the procedure and the different methods for emission measurements of microbial air pollutants.

Series of guidelines VDI 4258 describes the preparation of test bioaerosols for the validation of measurement methods.

The application of this guideline presupposes the consideration of the above guideline series to the extent these are already available. An overview of all relevant guidelines can be accessed on the internet at www.vdi.de/bioaerosols.

1 Scope

The present guideline VDI 4257 Part 2 specifies the requirements for active sampling of bioaerosols from exhaust air flowing through a defined cross-section. It defines general principles that have to be taken into account during an emission measurement of bioaerosols. Sampling of bioaerosols takes place in consideration of the isokinetic sampling according to VDI 2066 Part 1¹⁾ under application of an emission impinger.

¹⁾ Auf europäischer Ebene ist die Norm DIN EN 13284-1 etabliert, VDI 2066 Blatt 1 ergänzt diese Europäische Norm hinsichtlich höherer Staubkonzentrationen und steht in keinem Widerspruch zu dieser Europäischen Norm. /

The standard DIN EN 13284-1 is established at European level, VDI 2066 Part 1 supplements this European standard in respect of higher dust concentrations and does not contradict to this European standard.

Die Abscheidung der Mikroorganismen im Impinger ist für einen Teilvolumenstrom von $1 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $1,8 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $16 \text{ l}/\text{min}$ bis $30 \text{ l}/\text{min}$ ausgelegt und wurde für verschiedene Mikroorganismen in breiten Konzentrationsbereichen geprüft [4 bis 7]. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein Konventionsverfahren zur Ermittlung der Gesamtemission unter Einsatz einer Out-stack-Anordnung gemäß VDI 2066 Blatt 1.

Die Probenahme gemäß dieser Richtlinie ist die Voraussetzung zur Gewinnung einer Probe zum nachfolgenden Nachweis von Schimmelpilzen gemäß Richtlinie VDI 4253 Blatt 2, von Bakterien gemäß VDI 4253 Blatt 3 und gemäß VDI 4253 Blatt 4 für die Bestimmung der Gesamtzellzahl.

Separation of microorganisms in the impinger designed for a sample volume flow of $1 \text{ m}^3/\text{h}$ to $1,8 \text{ m}^3/\text{h}$, or $16 \text{ l}/\text{min}$ to $30 \text{ l}/\text{min}$, respectively, and has been tested with regard to various microorganisms within broad concentration ranges [4 to 7]. This method is accepted by convention as reference method for determination of total emissions under application of an out stack configuration according to VDI 2066 Part 1.

Sampling according to this guideline is a precondition for the extraction of a sample for the subsequent detection of moulds according to guideline VDI 4253 Part 2 and of bacteria according to VDI 4253 Part 3, and for determination of the total cell count according to VDI 4253 Part 4.