

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Bioaerosole und biologische Agenzien  
Messen von Stoffwechselprodukten  
von Mikroorganismen  
Messen von MVOC in der Außenluft  
Bioaerosols and biological agents  
Measurement of metabolites of microorganisms  
Measurement of MVOC in ambient air

VDI 4254  
Blatt 1 / Part 1Ausg. 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 standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).*

*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
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweise.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Begriffe.....</b>	<b>5</b>
<b>4 Herkunft und Vorkommen.....</b>	<b>6</b>
<b>5 Messplanung.....</b>	<b>7</b>
5.1 Dauer der Probenahme und Häufigkeit der Messungen.....	9
5.2 Hintergrundkonzentrationen.....	9
<b>6 Messtechnik.....</b>	<b>11</b>
6.1 Allgemeine Hinweise.....	11
6.2 Probenahme.....	11
6.3 Detektion.....	12
6.4 Kalibrierung.....	13
6.5 Identifizieren der Substanzen.....	13
<b>7 Durchführung der Messung.....</b>	<b>14</b>
7.1 Messbereich.....	14
7.2 Angabe der Ergebnisse und Messunsicherheit.....	14
<b>8 Qualitätssicherung.....</b>	<b>15</b>
Schrifttum.....	16
<b>Anhang A Methode zum Nachweis von MVOC mittels Thermodesorption mit Adsorbens Tenax® TA – Beispiel.....</b>	<b>18</b>
A1 Geräte und Betriebsmittel.....	18
A2 Durchführung der Messung.....	19
A3 Verfahrenskenngrößen.....	20
A4 Betriebsparameter.....	23
A5 Beispielchromatogramme.....	24
<b>Anhang B Methode zum Nachweis von MVOC mittels Lösemitteldesorption und Messung mit GC/MS – Beispiel.....</b>	<b>26</b>
B1 Geräte und Betriebsmittel.....	26
B2 Durchführung der Messung.....	27
B3 Verfahrenskenngrößen.....	30
B4 Betriebsparameter.....	31

Contents	Page
Preliminary note.....	2
Introduction.....	2
<b>1 Scope.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Normative references.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Terms and definitions.....</b>	<b>5</b>
<b>4 Origin and occurrence.....</b>	<b>6</b>
<b>5 Measurement planning.....</b>	<b>7</b>
5.1 Sampling time (duration) and frequency of measurement.....	9
5.2 Background concentrations.....	9
<b>6 Measuring equipment.....</b>	<b>11</b>
6.1 General remarks.....	11
6.2 Sampling.....	11
6.3 Detection.....	12
6.4 Calibration.....	13
6.5 Substance identification.....	13
<b>7 Performance of measurement.....</b>	<b>14</b>
7.1 Measurement range.....	14
7.2 Reporting of the results and measurement uncertainty.....	14
<b>8 Quality assurance.....</b>	<b>15</b>
Bibliography.....	16
<b>Annex A Method for detecting MVOCs by thermal desorption with Tenax® TA adsorbent – an example.....</b>	<b>18</b>
A1 Equipment and operating agents.....	18
A2 Performance of measurement.....	19
A3 Performance characteristics.....	20
A4 Process parameters.....	23
A5 Sample chromatograms.....	25
<b>Annex B Method for detecting MVOCs by solvent desorption and measurement with GC/MS – an example.....</b>	<b>26</b>
B1 Equipment and operating agents.....	26
B2 Performance of measurement.....	27
B3 Performance characteristics.....	30
B4 Process parameters.....	31

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

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

Inhalt	Seite
B5 Beispielchromatogramme .....	32
<b>Anhang C</b> Vergleich der Ergebnisse bei Paralleluntersuchungen mit beiden Methoden.....	33
<b>Anhang D</b> Zusammenstellung ausgewählter MVOC .....	35
D1 Physikalisch-chemische Eigenschaften und chemisch-analytische Voraussetzungen.....	35
D2 Zusammenstellung möglicher diffuser Quellen .....	37
<b>Anhang E</b> Protokoll zur Probenahme .....	41

Contents	Page
B5 Sample chromatograms.....	32
<b>Annex C</b> Comparison of the results of parallel investigations using the two methods .....	33
<b>Annex D</b> List of selected MVOCs .....	35
D1 Physical/chemical properties and preconditions for chemical analysis.....	35
D2 List of possible diffuse sources .....	39
<b>Annex E</b> Sampling record.....	43

### 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.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/4254](http://www.vdi.de/4254).

### Einleitung

Die Ermittlung und Bewertung der Emissionen und Immissionen von Partikeln und gasförmigen Stoffen sind im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und seinen Verordnungen sowie in der Technischen Anleitung zur Luft (TA Luft Stand 2002) geregelt. Ziel dieser Regelungen ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und 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“.

### 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 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](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI notices.

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/4254](http://www.vdi.de/4254).

### Introduction

The determination and assessment of the emissions and concentrations of particles and gaseous substances is regulated in the Federal Air Pollution Control Act (BImSchG) and the associated implementing ordinances, as well as in the Technical Instructions on Air Quality Control (TA Luft, version 2002). The objective of such regulations is to protect human beings, animals and plants, the soil, water, the atmosphere as well as cultural and physical objects from harmful environmental effects and to prevent the occurrence of harmful environmental effects.

At present, the legal provisions for the limitation of microbial emissions are formulated only in general terms. TA Luft thus stipulates for certain facilities that “the scope for reducing emissions of germs and endotoxins with state-of-the-art measures shall be examined.”

Darüber hinaus bestehen im Arbeitsschutz Technische Regeln, die sich mit der Einwirkung von Bioaerosolen auf den Menschen befassen. Weiterführende Informationen finden sich in der Schriftenreihe der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) Band 30 [1], Band 35 [2], Band 39 [3], Band 44 [4] und Band 48 [5].

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.

Die Richtlinienreihe VDI 4251 legt die Bedingungen fest, die bei der Planung von Immissionsmessungen mikrobieller Luftverunreinigungen und bei der Ausbreitungsmodellierung 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 den in VDI 4252 und VDI 4257 beschriebenen Probenahmeverfahren auf.

Die Richtlinienreihe VDI 4254 beschäftigt sich mit der Analyse von gasförmigen Luftverunreinigungen, Zellwandbestandteilen und Stoffwechselprodukten mikrobieller Herkunft wie MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds), Endotoxinen, Mykotoxinen und Glucanen.

Die Richtlinienreihe VDI 4255 stellt die unterschiedlichen Emissionsquellen mikrobieller Luftverunreinigungen dar, beschreibt Verfahren zur Minderung dieser Emissionen und legt Konventionenwerte für Emissionsfaktoren für ausgewählte Mikroorganismen fest.

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 und Durchführung der Emissionsmessung von mikrobiellen Luftverunreinigungen.

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

Die Richtlinienreihe VDI 4259 beschreibt Maßnahmen, um relevante Infektionsquellen schnellstmöglich zu identifizieren und somit eine weitere Ausbreitung zu vermeiden.

In addition, technical rules have been established for health and safety regulations which give attention to the impact of bioaerosols to humans. Further information can be found in the document series of the Commission on Air Pollution Prevention (KRdL) Volume 30 [1], Volume 35 [2], Volume 39 [3], Volume 44 [4] and Volume 48 [5].

Because of its complexity, the subject of bioaerosols and biological agents has been divided into several standards series.

Standards series VDI 4250 describes the effect of microbial air pollutants on human beings.

Standards series VDI 4251 defines the conditions to be taken into account in the planning of ambient air measurements and in dispersion modelling of microbial air pollution.

Standards series VDI 4252 describes the various methods for the sampling of bioaerosols and defines the requirements for the performance of ambient air measurements.

Standards series VDI 4253 defines the conditions for the culture and detection of microorganisms and for the analysis of viruses and builds on the sampling procedures described in VDI 4252 and VDI 4257.

Standards series VDI 4254 is concerned with the analysis of gaseous air pollutants, cell wall components, and metabolites of microbial origin such as MVOCs (Microbial Volatile Organic Compounds), endotoxins, mycotoxins, and glucans.

Standards series VDI 4255 presents the various sources of microbial air pollutants, describes methods for reducing these emissions, and defines conventional true values for the emission intensity of select microorganisms.

Standards series VDI 4256 defines the statistical parameters necessary for the description and comparability of the methods.

Standards series VDI 4257 describes the planning and procedure for measuring microbial air pollutant emissions.

Standards series VDI 4258 describes the production of test bioaerosols for the validation of measuring methods.

Standards series VDI 4259 describes measures for the very fast identification of relevant causes of infection to avoid further spread.

Eine Übersicht der aktuellen Richtlinien ist im Internet unter [www.vdi.de/bioaerosole](http://www.vdi.de/bioaerosole) abrufbar.

An overview of current standards can be found on the Internet at [www.vdi.de/bioaerosole](http://www.vdi.de/bioaerosole).

## 1 Anwendungsbereich

Mikrobielle flüchtige organische Verbindungen (MVOC) entstehen bei mikrobiellen Zersetzungsprozessen und werden insbesondere von Schimmelpilzen, aber auch von Bakterien gebildet. MVOC können u.a. von Kompostierungsanlagen, Substratlagern von Biogasanlagen, Wertstoffsortieranlagen oder Vergärungsanlagen emittiert werden.

In dieser Richtlinie wird die Messstrategie für MVOC in der Außenluft sowie die Messtechnik anhand zweier Anwendungsbeispiele (Anhänge A und B) beschrieben. Die Anwendung dieser Richtlinie setzt die Kenntnis der Richtlinienreihe VDI 2100 voraus, in der die Messtechnik zur Analyse von VOC beschrieben wird. Die beschriebene Messstrategie kann grundsätzlich auch für die Bestimmung von MVOC in Innenraumluft angewendet werden und für Außenluftmessungen von Carbonsäuren auf Basis von VDI 4301 Blatt 7.

MVOC-Messungen in der Außenluft können in folgenden Fällen hilfreich sein:

- a) Ermittlung eines Anlageneinflusses und gegebenenfalls Kontrollmessungen nach Durchführung von anlagen- oder prozessbezogenen Maßnahmen
- b) Identifizierung von Quellen für mögliche mikrobielle Prozesse, bei denen MVOC entstehen
- c) Screening hinsichtlich verschiedener Emissionsquellen bei Beschwerden von Anrainern über geruchliche Beeinträchtigungen

## 1 Scope

Microbial volatile organic compounds (MVOCs) arise during microbial degradation processes and are formed particularly by moulds as well as by bacteria. MVOCs can be emitted among others by composting plants, substrate storage rooms at biogas plants, recyclable material sorting plants, and fermentation plants.

In this standard, the measurement strategy for MVOCs in the ambient air and the measuring equipment are described with reference to two practical examples (Annexes A and B). The application of this standard presupposes knowledge of standards series VDI 2100 which covers the measuring equipment for the analysis of VOCs. The described measurement strategy is principally also suited for the determination of MVOC in indoor air and the measurement of carboxylic acids in ambient air on basis of VDI 4301 Part 7.

MVOC measurements in the ambient air can be helpful in the following cases:

- a) for determining plant impact and, if necessary, for control measurements after the implementation of plant- or process-related measures
- b) for identifying sources of possible microbial processes in which MVOCs arise
- c) for screening for various emission sources in response to odour nuisance complaints from residents

## 2 Normative Verweise / Normative references

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich: /  
The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

VDI 2100 Blatt 1:2008-06 Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft; Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen; Grundlagen (Gaseous ambient air pollution measurement; Indoor air pollution measurement; Gas chromatographic determination of organic compounds; Fundamentals)

VDI 2100 Blatt 2:2010-11 Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft; Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Gaschromato-

grafische Bestimmung organischer Verbindungen; Aktive Probenahme durch Anreicherung auf Aktivkohle; Lösemittelextraktion (Determination of gaseous compounds in ambient air; Determination of indoor air pollutants; Gas chromatographic determination of organic compounds; Active sampling by accumulation on activated charcoal; Solvent extraction)

VDI 2100 Blatt 3:2011-10 Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft; Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen; Aktive Probenahme durch Anreicherung auf Adsorbentien; Thermodesorption (Determination of gaseous compounds in ambient air; Determination of indoor air pollutants; Gas chromatographic determination of organic

compounds; Active sampling by accumulation on sorbents; Thermal desorption)

VDI 2100 Blatt 4:2015-03 Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft; Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen; Herstellungsverfahren von Kalibriergasen und Kalibrierlösungen (Gaseous ambient air measurement; Indoor air pollution measurement; Gas chromatographic determination of organic compounds; Methods of preparing calibration gases and calibration solutions)

VDI 2100 Blatt 5:2007-02 Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft; Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen; Messen von leicht flüchtigen organischen Verbindungen, insbesondere Ozon-Vorläufersubstanzen (Determination of gaseous compounds in ambient air; Determination of

indoor air pollutants; Gas chromatographic determination of organic compounds; Determination of volatile organic compounds, especially ozone precursors)

VDI 2100 Blatt 6:2010-12 Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft; Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen; Praktische Anleitung zur Bestimmung der Messunsicherheit (Determination of gaseous compounds in ambient air; Determination of indoor air pollutants; Gas chromatographic determination of organic compounds; Practical instructions for the determination of the measurement uncertainty)

VDI 4301 Blatt 7:2017-04 (Entwurf / Draft) Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Messung von Carbonsäuren (Measurement of indoor air pollution; Measurement of carboxylic acids)