

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Bioaerosole und biologische Agenzien
Umweltmedizinische Bewertung
von Bioaerosol-Immissionen
Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen
auf den Menschen

Bioaerosols and biological agents
Assessment of source-related ambient air
measurements in the scope of environmental health
Effects of bioaerosol pollution on human health

VDI 4250
Blatt 1 / Part 1
Entwurf / Draft

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

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.

Einsprüche bis 2023-05-31

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal <http://www.vdi.de/4250-1>

- in Papierform an
VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft
Fachbereich Umweltqualität
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung.....	3
Einleitung.....	3
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Begriffe	5
3 Abkürzungen.....	9
4 Kenntnisstand über gesundheitliche Wirkungen.....	9
4.1 Grundsätzliches zu gesundheitlichen Wirkungen von Bioaerosolen.....	9
4.2 Erkenntnisse zu gesundheitlichen Wirkungen von Bioaerosolen aus arbeitsmedizinischen Studien.....	10
4.3 Erkenntnisse zu gesundheitlichen Wirkungen von Bioaerosolen aus umweltepidemiologischen Studien.....	13
4.4 Erkenntnisse zu kausalen Zusammenhängen zwischen gesundheitlichen Wirkungen und Bioaerosolen	15
4.5 Weitere wissenschaftliche Berichte zu gesundheitlichen Wirkungen von Bioaerosolen aus Anlagen.....	16
4.6 Antibiotikaresistente Bakterien	17
4.7 Erkenntnisse zu Dosis-Wirkungs-Beziehungen von Bioaerosolen.....	17
4.8 Fazit zu gesundheitlichen Wirkungen von Bioaerosolen.....	19
5 Besonderheiten bei der Betrachtung von Bioaerosol-Immissionskonzentrationen.....	20

Contents	Page
Preliminary note.....	3
Introduction	3
1 Scope	5
2 Terms and definitions	5
3 Abbreviations	9
4 State of knowledge about health effects.....	9
4.1 General information on the health effects of bioaerosols	9
4.2 Findings on health effects of bioaerosols from occupational health studies	10
4.3 Findings on health effects of bioaerosols from environmental epidemiological studies.....	13
4.4 Findings on dose-response relations between health effects and bioaerosols	15
4.5 Further scientific reports on health effects of bioaerosols from facilities	16
4.6 Antibiotic-resistant bacteria	17
4.7 Findings on dose-response relationships of bioaerosols	17
4.8 Conclusion on health effects of bioaerosols	19
5 Special features when considering bioaerosol ambient air concentrations	20

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

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

Inhalt	Seite
6 Umweltmedizinische Bewertungsgrundlagen	23
7 Beurteilungskonzepte für Bioaerosole (Beispiele)	25
7.1 Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Bioaerosol-Immissionen der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI-Leitfaden Bioaerosole)	25
7.2 Weitere Beurteilungskonzepte	26
8 Bewertungskriterien zur umweltmedizinischen Vorsorge	26
8.1 Hintergrundwert	27
8.2 Aufmerksamkeitswert	28
8.3 Bestimmungsgrenze	28
9 Umweltmedizinische Bewertung	29
10 Hinweise zur Anwendung der umweltmedizinischen Bewertung	30
Anhang Umweltmedizinische Entscheidungshilfe	33
Schrifttum	35

Contents	Page
6 Principles of the assessment in the scope of environmental health	23
7 Assessment concepts for bioaerosols (examples)	25
7.1 Guideline for the Determination and Assessment of Bioaerosol Immissions of the Federal Government/Federal State Working Group on Immission Control (LAI Guideline on Bioaerosols)	25
7.2 Further assessment concepts	26
8 Evaluation criteria for precautionary environmental health protection	26
8.1 Background value	27
8.2 Attention value	28
8.3 Limit of quantification	28
9 Assessment in the scope of environmental health	29
10 Notes on the application of the assessment in the scope of environmental health	30
Annex Decision flow scheme for the assessment in the scope of environmental health	34
Bibliography	35

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), 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 und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/4250.

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 Reinhaltung der Luft (TA Luft 2021) 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 in Nr. 5.2.9 der TA Luft 2021 beschrieben: „Bioaerosole sind im Luftraum befindliche Ansammlungen von Partikeln, denen Pilze, deren Sporen, Konidien oder Hyphenbruchstücke oder Bakterien, Viren oder Pollen oder deren Zellwandbestandteile und Stoffwechselprodukte anhaften oder die diese beinhalten.“

Bei Anlagen, die umweltmedizinisch relevante Bioaerosole in relevantem Umfang emittieren können, sind zur Emissionsminderung dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen zu treffen. Als Erkenntnisquelle für relevante Anlagen kann die Richtlinie VDI 4250 Blatt 3 (Ausgabe August 2016) dienen. Auf die speziellen Regelungen der 42. BImSchV wird verwiesen.“

Darüber hinaus bestehen im Arbeitsschutz technische Regeln, die sich mit der Einwirkung von Bioaerosolen auf den Menschen befassen (z.B. Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA)). Weiterführende Informationen finden

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.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/4250.

Introduction

The determination and assessment of emissions and immissions of particles and gaseous substances are regulated in the Federal Immission Control Act (BImSchG) and its ordinances as well as in the Technical Instructions on Air Quality Control (TA Luft 2021).

The aim of these regulations is to protect humans, animals and plants, the soil, water, the atmosphere, and cultural and other material assets from harmful effects on the environment and to prevent the occurrence of harmful effects on the environment.

The legal requirements for limiting microbial emissions are described in No. 5.2.9 of TA Luft 2021: “Bioaerosols are accumulations of particles in the airspace to which fungi, their spores, conidia or hyphal fragments or bacteria, viruses or pollen or their cell wall components and metabolic products adhere or which contain them.”

In the case of facilities that can emit bioaerosols relevant to environmental medicine to a relevant extent, state of the art measures are to be taken to reduce emissions. The standard VDI 4250 Part 3 (August 2016 edition) can serve as a source of knowledge for relevant facilities. Reference is made to the specific regulations of the 42nd BImSchV.”

In addition, there are technical rules in occupational health and safety that deal with the effects of bioaerosols on humans (e.g. Technical Rules for Biological Agents (TRBA)). Further information can be found in the series of publications of the

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 und wird sich mit der Analyse von gasförmigen Luftverunreinigungen, Zellwandbestandteilen und Stoffwechselprodukten mikrobieller Herkunft wie MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds), Endotoxinen, Mykotoxinen und Glucanen beschäftigen.

Die Richtlinienreihe VDI 4255 beschreibt unterschiedliche Quellen mikrobieller Luftverunreinigungen, 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.

Commission on Air Quality Control (KRdL) Volume 30 [1], Volume 35 [2], Volume 39 [3], Volume 44 [4] and Volume 48 [5].

Due to its complexity, the subject area “Bioaerosols and biological agents” is divided into several series of directives.

The series of standards VDI 4250 describes the effect of microbial air pollutants on humans.

The series of standards VDI 4251 specifies the conditions that shall be taken into account in the planning of immission measurements of microbial air pollutants and in dispersion modelling.

The series of standards VDI 4252 describes the various methods for sampling bioaerosols and specifies the requirements for carrying out the immission measurements.

The series of standards VDI 4253 specifies the conditions for the cultivation and detection of microorganisms and for the analysis of viruses and builds on the sampling procedures described in VDI 4252 and VDI 4257.

The series of standards VDI 4254 deals and will deal with the analysis of gaseous air contaminants, cell wall components and metabolic products of microbial origin such as MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds), endotoxins, mycotoxins, and glucans.

The series of standards VDI 4255 describes different sources of microbial air pollution, describes procedures to reduce these emissions and specifies convention values for emission factors for selected microorganisms.

The series of standards VDI 4256 specifies the statistical parameters that are necessary for the description and comparability of the procedures.

The series of standards VDI 4257 describes the planning and implementation of emission measurement of microbial air pollutants.

The series of standards VDI 4258 describes the production of test bioaerosols for the validation of measurement procedures.

The series of standards VDI 4259 describes measures to identify relevant sources of infection as quickly as possible and thus prevent further spread.

Eine Übersicht der aktuellen Richtlinien zum Thema „Bioaerosole und biologische Agenzien“ ist im Internet unter www.vdi.de/bioaerosole abrufbar.

1 Anwendungsbereich

In dieser Richtlinie wird der Kenntnisstand zu den gesundheitlichen Wirkungen von Bioaerosolen zusammengefasst. Aufgrund einer möglichen gesundheitlichen Relevanz bei der Exposition gegenüber Bioaerosolen bietet diese Richtlinie Hilfestellung, diese Expositionen gemäß den entsprechenden VDI-Richtlinien zu erfassen und umweltmedizinisch, das heißt aus Sicht des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes zu bewerten.

Die umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosolen im Sinne dieser Richtlinie umfasst die Bewertung der Wirkung von Bioaerosolen in der Außenluft auf die menschliche Gesundheit. Hierbei wird die umweltmedizinische Vorsorge unter Einbeziehung empfindlicher Personengruppen zugrunde gelegt [7].

Die umweltmedizinische Bewertung berücksichtigt nicht die technische Realisierbarkeit oder ökonomische Aspekte, was bei der Ableitung von Maßnahmen gegebenenfalls eine Rolle spielt.

Bei Einhaltung der Bewertungskriterien (Hintergrundwerte u. a.) ist nach derzeitigem Wissensstand nach Maßgabe der dazugehörigen Kriterien die gesundheitliche Vorsorge ausreichend gewährleistet.

Ferner werden die Möglichkeiten und Grenzen der umweltmedizinischen Bewertung aufgezeigt.

Weiterhin wird in dieser Richtlinie definiert, wie eine umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen, die auf Emissionen aus Anlagen oder weiterer Quellen [6] zurückzuführen sind, vorgenommen werden kann.

Als Grundlage für die Immissionsmessung wird u. a. auf die Richtlinie VDI 4251 Blatt 1 verwiesen. Neben der Frage nach dem *Wie* wird auch beantwortet, *wann* eine Bewertung zu erfolgen hat. Hierzu findet sich im Anhang eine entsprechende Entscheidungshilfe.

Die vorgeschlagene Vorgehensweise kann als Entscheidungshilfe für die Ableitung rechtlicher Normen im Sinne einer entwicklungsbegleitenden Regelsetzung dienen (VDI 1000).

An overview of the current directives on the subject of “Bioaerosols and biological agents” is available on the Internet at www.vdi.de/bioaerosole.

1 Scope

This standard summarizes the state of knowledge on the health effects of bioaerosols. Due to the possible health relevance of exposure to bioaerosols, this standard provides assistance in recording these exposures in accordance with the corresponding VDI Standards and evaluating them from an environmental health perspective, i.e., from the point of view of environment-related public health.

The environmental health protection assessment of bioaerosols within the meaning of this standard includes the assessment of the impact of bioaerosols in ambient air on human health. This is based on precautionary environmental health protection including sensitive groups of persons [7].

The assessment in the scope of environmental health does not consider technical feasibility or economic aspects, which may play a role in the derivation of measures.

If the assessment criteria (background values, etc.) are complied with, precautionary health protection is adequately ensured according to the current state of knowledge in accordance with the associated criteria.

Furthermore, the possibilities and limits of the assessment in the scope of environmental health are highlighted.

Furthermore, in this standard is defined how an assessment in the scope of environmental health of bioaerosol immissions that are attributable to emissions from facilities or other sources [6], can be carried out.

As a basis for the immission measurement, reference is made inter alia to the standard VDI 4251 Part 1. In addition to the question of *how*, an answer is also given as to *when* an assessment has to be done. For this purpose, an appropriate decision flow scheme is provided in the Annex.

The proposed procedure can serve as a decision-making aid for the derivation of legal standards to support the standardization work in parallel to technical developments (VDI 1000).