

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Bioaerosole und biologische Agenzien
Umweltmedizinische Bewertung von
Bioaerosol-Immissionen
Risikobeurteilung von legionellenhaltigen Aerosolen

VDI 4250
Blatt 2 / Part 2

Bioaerosols and biological agents
Environmental health assessment of bioaerosols in
ambient air
Risk assessment for aerosols containing *Legionella*

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 Begriffe	4
3 Eigenschaften und Vorkommen von Legionellen	6
4 Umweltmedizinische Relevanz von Legionellen	9
4.1 Legionellenerkrankungen	9
4.2 Infektionswege	10
4.3 Ausbruchsgeschehen	12
4.4 Legionellen in Kläranlagen	17
5 Quellen für legionellenhaltige Aerosole	22
6 Ausbreitung über die Luft	24
7 Messmethoden	26
7.1 Wasseranalysen	26
7.2 Emissions- und Immissionsmessungen	27
7.3 Kultivierungsunabhängige Analyse	32
8 Vorhandene Regelwerke zur Prävention und Kontrolle	32
9 Umweltmedizinische Bewertung	36
10 Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	39
Anhang A Messungen von Legionellen in der Luft	42
Anhang B Maßnahmen zur Legionellenminderung	44
Schrifttum	47

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Terms and definitions	4
3 Properties and occurrence of <i>Legionella</i>	6
4 Environmental health relevance of <i>Legionella</i>	9
4.1 <i>Legionella</i> diseases	9
4.2 Modes of transmission	10
4.3 Outbreak events	12
4.4 <i>Legionella</i> in sewage treatment plants	17
5 Sources of aerosols containing <i>Legionella</i>	22
6 Dispersion via the air	24
7 Measurement methods	26
7.1 Water analyses	26
7.2 Emission and ambient air measurements	27
7.3 Culture-independent analysis	32
8 Existing rules and regulations for prevention and control	32
9 Environmental health assessment	36
10 Measures and recommended action	39
Annex A Measurements of <i>Legionella</i> in the air	43
Annex B <i>Legionella</i> reduction measures	44
Bibliography	47

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL
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

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 Blätter dieser Richtlinienreihe ist 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 TA Luft 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“.

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], 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.

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 can be accessed on the Internet at www.vdi.de/4250.

Introduction

The measurement and assessment of particles and gaseous chemical compounds in emissions and ambient air is regulated by the German Federal Immission Control Act (BImSchG) and the associated implementing ordinances as well as the Technical Instructions on Air Quality Control (TA Luft). The purpose of these regulations is to protect humans, animals and plants, soil, water, the atmosphere as well as cultural objects and other material goods from harmful effects on the environment and to prevent the occurrence of any such harmful effects on the environment.

The legal requirements for the limitation of microbial emissions have so far not been detailed and are of a general nature only. 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 the Commission on Air Pollution Prevention (KRdL) Volume 30 [1], Volume 35 [2], Volume 39 [3], Volume 44 [4] and Volume 48 [5].

The subject area “bioaerosols and biological agents” is divided into several series of standards due to its complexity.

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

Die Richtlinienreihe VDI 4251 legt die Bedingungen fest, die bei der Planung von Immissionsmessungen und 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 der in VDI 4252 und VDI 4257 beschriebenen Probenahme auf.

Die Richtlinienreihe VDI 4254 beschäftigt sich mit der Analyse von gasförmigen Luftverunreinigungen, Zellwandbestandteilen und Stoffwechselprodukten mikrobieller Herkunft wie MVOC, 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, die Durchführung und die verschiedenen Verfahren der Emissionsmessung von mikrobiellen Luftverunreinigungen.

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

Eine Übersicht der aktuellen Richtlinien ist im Internet unter www.vdi.de/bioaerosole abrufbar.

1 Anwendungsbereich

Aufgrund der erwiesenen gesundheitlichen Risiken bei der Exposition gegenüber Legionellen-aerosolen zeigt diese Richtlinie die Methoden der Messung von Legionellen auf und beschreibt die umweltmedizinische Relevanz dieser Bioaerosole. Es werden Hinweise für Expositionsquellen und ihre Bewertung gegeben. Möglichkeiten einer umweltmedizinisch angemessenen Begrenzung der Risiken einer Legionellenexposition in der Luft werden aufgezeigt. Die umweltmedizinische Bewertung von Legionellen im Sinne dieser Richtlinie umfasst die Bewertung der Wirkung von Legionellen in der Außenluft auf die menschliche Gesundheit. Dabei

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

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

The series of standards VDI 4253 lays down the conditions for cultivation and detection of microorganisms 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 standards VDI 4254 will deal with the analysis of gaseous air pollutants, cell wall components and metabolites of microbial origin such as microbial volatile organic compounds (MVOC), endotoxins, mycotoxins and glucanes.

The series of standards VDI 4255 presents the different emission sources of microbial air pollutants, describes methods for reduction of such emissions and lays down conventional values for emission factors of selected microorganisms.

The series of standards VDI 4256 defines the statistical characteristics required for the description and comparability of the methods.

The series of standards VDI 4257 describes the planning, the procedure and the different methods for emission measurements of microbial air pollutants.

The series of standards VDI 4258 describes the preparation of test bioaerosols for validation of measurement methods.

An overview of the current standards is obtainable on the Internet at www.vdi.de/bioaerosole.

1 Scope

Owing to the proven health risks from exposure to *Legionella* aerosols, the present standard explains the methods for measuring *Legionella* and describes the environmental health relevance of these bioaerosols. It supplies information on exposure sources and their assessment as well as showing the scope for appropriately limiting the environmental health risks of exposure to *Legionella* in the air. The environmental health assessment of *Legionella* under the terms of this standard encompasses the assessment of the effects of *Legionella* in ambient air on human health. Consideration has to be given here to aspects of preventive medicine

sind präventivmedizinische Aspekte ebenso wie das Einbeziehen empfindlicher Personengruppen zu beachten [90].

Hierzu wird in dieser Richtlinie zunächst der Kenntnisstand zu Eigenschaften und Vorkommen von Legionellen und zu ihren gesundheitlichen Wirkungen sowie Expositionsquellen und Messmethoden dargestellt.

Ferner werden vorhandene Regelwerke zur Prävention und Kontrolle von Legionellenexpositionen aufgeführt. Schließlich werden Möglichkeiten und Grenzen der umweltmedizinischen Bewertung aufgezeigt und konkrete präventive Handlungsempfehlungen gegeben.

and to sensitive sections of the population [90].

To this end, the standard initially presents the state of knowledge of the properties and occurrence of *Legionella* and its effects on health as well as the exposure sources and measurement methods.

The standard goes on to list existing rules and regulations for the prevention and control of *Legionella* exposure. Finally, it explains the scope for and limits to environmental health assessment and recommends specific preventive measures.