

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Erfassen luftgetragener Mikroorganismen
und Viren in der Außenluft
Ermittlung gebietstypischer
Hintergrundkonzentrationen

Measurement of airborne microorganisms
and viruses in ambient air

Determination of area-specific
background concentrations

VDI 4251
Blatt 2 / Part 2

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 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
1 Anwendungsbereich	3
2 Begriffe	5
3 Strategie und Ziel der Bestimmung der Hintergrundkonzentration bei geplanten Anlagenstandorten	6
4 Vorwissen	7
5 Messplanung	7
5.1 Messgebiet und Messorte	8
5.2 Messparameter, Messzeitraum, Häufigkeit der Messungen und Probenahmedauer	10
6 Meteorologische Bedingungen	11
7 Auswertung	12
8 Dokumentation	14
Schrifttum	15

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Terms and definitions	5
3 Strategy and aim of the determination of the background concentration at planned plant locations	6
4 Background information	7
5 Measurement planning	7
5.1 Measurement area and sampling locations	8
5.2 Measurement parameters, measurement period, sampling frequency, and sampling duration	10
6 Meteorological conditions	11
7 Evaluation	12
8 Documentation	14
Bibliography	15

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

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/4251.

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 den 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 standard standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/4251.

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 including 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. The TA Luft specifies for certain facilities: *“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 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 der in VDI 4252 und VDI 4257 beschriebenen Probenahme auf.

Die Richtlinienreihe VDI 4254 ist in Vorbereitung und wird sich mit der Analyse von gasförmigen Luftverunreinigungen mikrobieller Herkunft wie MVOC („microbial volatile organic compounds“), Endotoxinen, Mykotoxinen und Glucanen beschäftigen.

Die Richtlinienreihe VDI 4255 stellt die unterschiedlichen Quellen mikrobieller Luftverunreinigungen dar, beschreibt Verfahren zur Minderung dieser Emissionen und legt Konventionswerte 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 zum Thema „Bioaerosole und biologische Agenzien“ ist im Internet unter www.vdi.de/bioaerosole abrufbar.

1 Anwendungsbereich

Für die Beurteilung eines möglichen Anlageneinflusses durch Bioaerosole ist die Kenntnis der Hintergrundkonzentration von Bedeutung. Die hier beschriebene Messstrategie dient zur Ermittlung einer Hintergrundkonzentration von Bioaerosolen.

Der hier beschriebene Aufwand für die Hintergrundkonzentrationsermittlung ist notwendig, um eine statistisch ausreichend abgesicherte Bestimmung unter Berücksichtigung der vielfältigen Einflussfaktoren zu ermöglichen. Eine Reduktion des

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 realization 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 compound (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 on the subject area “bioaerosols and biological agents” is obtainable on the Internet at www.vdi.de/bioaerosole.

1 Scope

For the assessment of the possible impact of a plant due to bioaerosols, knowledge of the background concentration is important. The measurement strategy described here is used for determining the background concentration of bioaerosols.

The effort described here for the determination of the background concentration is important in order to permit a sufficiently statistically sound determination in consideration of the various influencing factors. It is in principle possible to reduce the

Messaufwands ist prinzipiell möglich, führt jedoch zu einer deutlich erhöhten Unsicherheit.

Die Aufgabe der Messplanung besteht darin, ein vorgegebenes Messproblem zu analysieren. Daraus sind Anforderungen an die Organisation, die Messtechnik, die Messstrategie, die Auswertung, die Qualitätssicherung und die Berichterstattung zu stellen.

Die beschriebenen Anforderungen ermöglichen die Planung von Messungen zur Bestimmung der Hintergrundkonzentration von Bioaerosolen in der Art, dass eine vorgelegte Aufgabenstellung mit hinreichender Aussagekraft und mit vertretbarem Aufwand bearbeitet werden kann. Damit wird erreicht, dass die gewonnenen Ergebnisse hinsichtlich ihrer Repräsentativität den festgelegten Anforderungen entsprechen und damit eine größtmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleistet ist.

Anlagenbeeinflusste Bioaerosolkonzentrationen können durch Immissionsmessungen auf der Grundlage des Fahnenmodells (VDI 4251 Blatt 1) bestimmt werden. Durch zeitgleiche Ermittlung der anlagenbezogenen Hintergrundkonzentration (Luv-Lee-Messung) können dann die ermittelten Konzentrationen vergleichend bewertet werden.

Bei Anlagenplanungen lassen sich die Bioaerosolkonzentrationen durch Ausbreitungsrechnungen gemäß VDI 4251 Blatt 3 bestimmen. Eine Bewertung der Bioaerosolkonzentrationen an einzelnen Beurteilungspunkten erfolgt dann auf der Grundlage des umweltmedizinischen Prüfschemas (VDI 4250 Blatt 1) anhand der Bewertungskriterien „Hintergrundwert“, „Aufmerksamkeitswert“ oder „Bestimmungsgrenze“. Während Aufmerksamkeitswert und Bestimmungsgrenze für einige Messparameter bereits festliegen, sind für die Ermittlung des Hintergrundwerts repräsentative Messungen von Hintergrundkonzentrationen durchzuführen und durch geeignete statistische Parameter zu kennzeichnen.

Die Schwierigkeit der Ermittlung der Hintergrundkonzentrationen der Summenparameter „Gesamtpilzzahl“ und „Gesamtbakterienzahl“ liegt in der natürlichen Schwankungsbreite der Konzentrationen. Diese können, z.B. in Abhängigkeit der Jahreszeit oder des Standorts, über mehrere Zehnerpotenzen variieren.

Messungen erfordern grundsätzlich zur Vergleichbarkeit von Ergebnissen eine einheitliche Planung, Messtechnik, Auswertung und Qualitätssicherung. Diese Richtlinie legt Rahmenbedingungen in der Messplanung zur Erfassung der Hintergrundkonzentration fest, die zu plausiblen und validen Messergebnissen führen, um so eine sachgerechte Be-

sampling effort, but this results in a much higher uncertainty.

The task of measurement planning involves analysing a given measurement problem. This results in organisational requirements as well as those relating to measurement techniques, measurement strategy, evaluation, quality assurance, and reporting.

The requirements set out in this standard permit the planning of measurements to determine the background concentration of bioaerosols in such a way as to enable a given task to be processed with sufficient informative power and with justifiable effort. As a result, the obtained findings are sufficiently representative and as comparable as possible.

Plant-affected bioaerosol concentrations can be determined with ambient measurements on the basis of the plume model (VDI 4251 Part 1). By simultaneously determining the plant-related background concentration (up- and downwind measurement), it is possible to then assess the determined concentrations by comparison.

For the planning of a plant, the bioaerosol concentrations can be determined with dispersion calculations in accordance with VDI 4251 Part 3. An assessment of bioaerosol concentrations at individual receptor points is then performed on the basis of the environmental health decision flow scheme (VDI 4250 Part 1) with reference to the assessment criteria of “background value”, “attention value”, or “limit of quantification”. While the attention value and limit of quantification already exist for certain measurement parameters, representative measurements of background concentrations have to be carried out and marked with suitable statistical parameters in order to determine the background value.

The difficulty of determining the background concentration of the cumulative parameters “total fungal count” and “total bacterial count” is due to the natural fluctuation range in the concentrations. Depending, for instance, on the season or location, these can vary by several powers of ten.

To ensure that the results are comparable, measurements always require uniform planning, measurement techniques, evaluation and quality assurance. This standard defines framework conditions for the planning of the measurement of the background concentration in order to yield plausible and valid measurement results permitting an ap-

wertung der Bioaerosolkonzentrationen im Umfeld
geplanter Anlagen zu ermöglichen.

appropriate evaluation of bioaerosol concentrations
in the vicinity of planned plants.