

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREMessen von Innenraumluftverunreinigungen
Messstrategien zum Nachweis von
Schimmelpilzen im Innenraum

Measurement of indoor air pollution
Measurement strategies for determination of
mould fungi in indoor environmentVDI 4300
Blatt 10 / Part 10Ausg. 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..... | 2 | Preliminary note | 2 |
| Einleitung..... | 2 | Introduction..... | 2 |
| 1 Anwendungsbereich | 3 | 1 Scope..... | 3 |
| 2 Begriffe | 4 | 2 Terms and definitions | 4 |
| 3 Eigenschaften, Herkunft und Vorkommen von Schimmelpilzen im Innenraum | 8 | 3 Properties, origin and occurrence of moulds in indoor environments..... | 8 |
| 4 Messtechnik | 11 | 4 Measurement methods..... | 11 |
| 4.1 Untersuchung von Materialien | 11 | 4.1 Material sampling and analyses..... | 11 |
| 4.2 Untersuchung der Luft | 14 | 4.2 Air sampling and analyses..... | 14 |
| 4.3 Untersuchung von Hausstaub | 23 | 4.3 Sampling and analyses of house dust..... | 23 |
| 4.4 Nachweisverfahren | 25 | 4.4 Analyses methods | 25 |
| 4.5 Protokoll..... | 29 | 4.5 Report | 29 |
| 4.6 Berechnung und Angabe der Ergebnisse..... | 30 | 4.6 Calculation and reporting of results | 30 |
| 5 Messstrategie | 36 | 5 Measurement strategy..... | 36 |
| 5.1 Allgemeine Aspekte zur Durchführung der Messung | 38 | 5.1 Measurement performing - general aspects..... | 38 |
| 5.2 Auswahl der geeigneten Vorgehensweise ... | 41 | 5.2 Selection of appropriate procedure | 41 |
| 6 Qualitätsanforderungen und Unsicherheitsbetrachtung | 56 | 6 Quality requirements and uncertainty considerations | 56 |
| Anhang Protokoll zur Erfassung eines möglichen Schimmelpilzschadens..... | 58 | Annex Field inspection and sampling record to document potential mould damage..... | 62 |
| Schrifttum | 66 | Bibliography..... | 66 |

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Arbeitsgruppe Planung von Innenraumlufmessungen
Ausschuss Innenraumluft

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 5: Analysen- und Messverfahren II

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.

Einleitung

In der Richtlinienreihe VDI 4300 werden allgemeine Aspekte für die Messung von Innenraumluftverunreinigungen sowie die für die einzelnen Stoffe oder Stoffgruppen wichtigen Randbedingungen beschrieben, die vor oder während der Messung beachtet werden sollten. Die rein messtechnischen Aspekte (Probenahme und Analysetechnik) der Bestimmung der jeweiligen Stoffe oder Stoffgruppen werden in den VDI-Richtlinien, in denen die substanzspezifischen Innenraumluftmessmethoden niedergelegt sind, behandelt.

Die Vorgaben der Richtlinienreihe VDI 4300 haben inzwischen auch internationale Bedeutung gewonnen und stellen die Basis für die Normenreihen DIN ISO 16000 und DIN ISO 16017 dar. Diese Normen sind für international tätige Messinstitute unverzichtbare Handlungsempfehlungen und Messanleitungen.

Als Innenräume werden in der Richtlinienreihe VDI 4300 gemäß der Definition des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen folgende Räume verstanden [26]: Wohnungen mit Wohn-, Schlaf-, Bastel-, Sport- und Kellerräumen, Küchen und Badezimmern; Arbeitsräume bzw. Arbeitsplätze in Gebäuden, die im Hinblick auf Luftschadstoffe nicht arbeitsschutzrechtlichen Kontrollen unterliegen (z. B. Büros, Verkaufsräume), öffentliche Gebäude (z. B. Gaststätten, Theater, Kinos und andere Veranstaltungsräume) sowie die Fahrgasträume von Kraftfahrzeugen und allen öffentlichen Verkehrsmitteln.

In der Richtlinie VDI 4300 Blatt 1 werden die prinzipiellen Aspekte beschrieben, die bei der Erarbeitung einer Probenahmestrategie für die Untersuchung von Innenraumluft zu berücksichtigen sind.

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.

Introduction

The guideline series VDI 4300 describes general requirements relating to the measurement of indoor air pollution and the boundary conditions which are important for the individual substances and classes of substances which need to be taken into account before or during measurement. Aspects of the determination (sampling and analysis) of the individual substances or classes of substances are dealt with in the VDI guidelines that prescribe the substance-specific indoor air analytical methods.

Meanwhile, the regulations given in guideline series VDI 4300 also gain international importance and serve as basis for the International Standards ISO 16000 and ISO 16017. These standards are indispensable measurement instructions for internationally-active measurement institutes.

The guideline series VDI 4300 use the definition of the German Council of Environmental Advisors [26]: Dwellings having living rooms, bedrooms, DIY (do-it-yourself) rooms, sports rooms and cellars, kitchens and bathrooms, workrooms or workplaces in buildings which are not subject to health and safety inspections with respect to air pollutants (for example offices, salesrooms), public buildings (for example restaurants, theatres, cinemas and other meeting rooms) and passenger cabins of motor vehicles and public transport.

Guideline VDI 4300 Part 1 describes the basic aspects to be considered in the development of a measurement strategy for the analysis of indoor air.

VDI 4300 Blatt 2 enthält die Besonderheiten, die bei der Untersuchung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH), polychlorierten Dibenzop-dioxinen und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDD/PCDF) sowie polychlorierten Biphenylen (PCB) in der Innenraumluft beachtet werden sollen. Angaben zur Analysentechnik finden sich in den Richtlinien VDI 2464 (PCB), VDI 3498 (PCDD/PCDF) und Normen DIN ISO 12884 und DIN ISO 16362 (PAH).

In VDI 4300 Blatt 3 ist die Vorgehensweise bei der Bestimmung von Formaldehyd in der Innenraumluft vorgegeben, wenn die Belastung von kontinuierlich emittierenden Quellen ausgeht. Die Messtechnik für Aldehyde ist in der Richtlinienreihe VDI 3484 niedergelegt.

In VDI 4300 Blatt 4 werden die Randbedingungen und die besonderen Gegebenheiten beschrieben, die bei der Messplanung für die Bestimmung von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) zu berücksichtigen sind. Die Probenahme und Analytik werden in den Richtlinien VDI 4301 Blatt 2 und VDI 4301 Blatt 3 behandelt.

In VDI 4300 Blatt 5 werden die Vorgaben für die Messung von Stickstoffdioxid (NO₂) behandelt. Die Messtechnik zur Analyse von NO₂ wird in der Richtlinie VDI 4301 Blatt 1 beschrieben.

VDI 4300 Blatt 6 beschreibt die Probenahmestrategie für flüchtige organische Verbindungen. Die Messtechnik zur Analyse der VOC wird in der Richtlinienreihe VDI 2100 behandelt.

In VDI 4300 Blatt 7 werden Verfahren zur Bestimmung der Luftwechselzahl in Innenräumen beschrieben, die auf Konzentrationsmessungen von Indikatorgasen basieren.

In VDI 4300 Blatt 8 werden die Probenahmebedingungen für Hausstaub beschrieben. Für verschiedene Probenahmeverfahren werden die speziellen Anforderungen und besonderen Gegebenheiten dargelegt, die bei der Messplanung für die Bestimmung von chemischen Verbindungen im Hausstaub zu berücksichtigen sind.

Die Richtlinie VDI 4300 Blatt 9 behandelt die Messstrategie für die Bestimmung von Kohlenstoffdioxid (CO₂) in der Innenraumluft.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Richtlinie behandelt die Messstrategie für den Nachweis von Schimmelpilzen im Innenraum.

Sie gibt in erster Linie eine Hilfestellung für die Ermittlung von Schimmelpilzquellen. Für die Erfassung und Bewertung von Schimmelpilzquellen

Guideline VDI 4300 Part 2 contains the special features which must be taken into account in the analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated dibenzop-dioxins and polychlorinated dibenzofurans (PCDD/PCDFs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in indoor air. Information on analytical methods is to be found in guideline series VDI 2464 (PCB), VDI 3498 (PCDD/PCDFs) and International Standards ISO 12884 und ISO 16362 (PAH).

Guideline VDI 4300 Part 3 stipulates the procedure for determination of formaldehyde in indoor air when the pollution originates from continuously emitting sources. The analytical technique for aldehydes is specified in guideline series VDI 3484.

Guideline VDI 4300 Part 4 describes the boundary conditions and special features which must be taken into account in the measurement planning for the determination of pentachlorophenol (PCP) and γ -hexachlorocyclohexane (lindane). Sampling and analysis are dealt with in guidelines VDI 4301 Part 2 and VDI 4301 Part 3.

Guideline VDI 4300 Part 5 deals with the requirements for measuring nitrogen dioxide (NO₂). The analytical technique for NO₂ is described in guideline VDI 4301 Part 1.

Guideline VDI 4300 Part 6 describes the sampling strategy for volatile organic compounds. The analytical technique for VOCs is dealt with in guideline series VDI 2100.

Guideline VDI 4300 Part 7 describes methods for determining the air change indoors which are based on measuring concentrations of indicator gases.

Guideline VDI 4300 Part 8 describes the sampling conditions for house dust. For a number of sampling methods, their specific requirements and special circumstances are described which must be taken into account in measurement planning for determining chemical compounds in house dust.

Guideline VDI 4300 Part 9 deals with the measurement strategy for the determination of carbon dioxide (CO₂) in indoor air.

1 Scope

This guideline describes the measurement strategy for the detection of moulds in indoor environments.

The prime objective of this guideline is to provide assistance in locating mould sources. Sampling and assessment of mould sources in indoor environ-

in Innenräumen sind Begehungen durch sachkundige Personen vor der Messung unverzichtbar. Eine detaillierte Behandlung der bei der Begehung gegebenenfalls anzuwendenden bauphysikalischen und bautechnischen Verfahren ist **nicht** Gegenstand dieser Richtlinie. Eine Abschätzung der Exposition der Raumnutzer mit den hier genannten Verfahren und Vorgehensweisen ist nicht möglich.

Weiterhin werden unterschiedliche Untersuchungsverfahren vorgestellt und die Einsatzmöglichkeiten und die Aussagefähigkeit dieser Verfahren beschrieben. Dies unterscheidet die vorliegende Richtlinie von den anderen Richtlinien dieser Reihe, die ausschließlich die Messstrategie beschreiben und für die rein messtechnischen Aspekte (Probenahme und Analysetechnik) auf geeignete andere Richtlinien, z. B. VDI 4301, verweisen.

Es werden Handlungsempfehlungen für die Begehung und die Bestandsaufnahme des betroffenen Raumes oder Gebäudes sowie Hinweise zu geeigneten Probenahme- und Analysenverfahren gegeben, um eine größtmögliche Vergleichbarkeit der gewonnenen Messdaten für eine festgelegte Messaufgabe zu erzielen.

Die Anwendung dieser Richtlinie setzt die Kenntnis der Richtlinien VDI 4300 Blatt 1, VDI 4252 Blatt 2 und VDI 4253 Blatt 2 voraus.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe:

Altschaden

Abgetrockneter Schaden, bei dem es nicht mehr zu einem Biomassezuwachs kommt und die Belastung der Umgebung mit der Zeit abnimmt.

Biologische Sammeleffizienz

(biologische Erhaltungseffizienz)

Fähigkeit des Probenahmegerätes, die Lebensfähigkeit der luftgetragenen → Mikroorganismen bei der Probenahme zu erhalten und auch die mikrobiellen Produkte intakt zu halten [DIN EN 13098].

Anmerkung: Die biologische Sammeleffizienz beschreibt zusätzlich zur → physikalischen Sammeleffizienz den bei der Probenahme und Analyse auftretenden → Sammelstress. Sie entspricht dem Anteil (in %) der während einer Sammlung erfassten Organismen, die durch diesen Sammelprozess keinen Verlust der Kultivierbarkeit erfahren haben. Sie ist stamm- und speziesspezifisch.

Differenzierung von Schimmelpilzen

Zuordnung von → Schimmelpilzen zu Sporentypen oder Gruppierungen nach bestimmten Eigenschaften (z. B. morphologische, biochemische, molekularbiologische Eigenschaften).

ments require a field inspection by technically qualified professionals. A detailed description of the building physics- and building engineering-related procedures applicable to field inspections is **not** subject of this guideline. The methods and procedures presented do not allow any exposure assessments with regard to the room occupants.

Furthermore, this guideline presents different sampling and analysis methods together with a description of their applicability and the interpretation of the measurement results. This distinguishes this guideline from the other guidelines of this series which deal exclusively with the measurement strategy and refer to other appropriate guidelines, e. g. VDI 4301, for the sampling and analytical methods.

This guideline provides guidance for the field inspection and inventorying of the affected room or building and recommends suitable sampling and analysis methods to maximize the comparability of the measured data obtained for a given measurement objective.

The application of this guideline requires the knowledge of guidelines VDI 4300 Part 1, VDI 4252 Part 2 and VDI 4253 Part 2.

2 Terms and definitions

For the purposes of this guideline, the following terms and definitions apply:

Pre-existing mouldy condition

Desiccated “old” mould growth where additional biomass growth no longer occurs and the indoor air mould spore concentration gradually decreases with time.

Biological sampling efficiency

(biological preservation efficiency)

Capacity of the sampler to maintain the viability of the airborne → microorganisms during collection and also to keep the microbial products intact [DIN EN 13098].

Note: The biological sampling efficiency considers the → sampling stress occurring during sampling and analysis in addition to the physical sampling efficiency. It is defined by the proportion (in %) of collected organisms which have not lost the ability to be cultured subsequently. It is strain- and species specific.

Differentiation of moulds

Assignment of → moulds to spore types or groups on the basis of defined properties (e. g. morphological, biochemical, molecular-biological properties).