

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Messen von Innenraumlufiverunreinigungen  
Messen von Flammschutzmitteln und Weichmachern auf  
Basis phosphororganischer Verbindungen  
Phosphorsäureester  
Measurement of indoor air pollution  
Measurement of flame retardants and plasticizers based  
on organophosphorus compounds  
Phosphoric acid ester

VDI 4301  
Blatt 5 / Part 5

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 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 .....	3	Preliminary note .....	3
Allgemeine Hinweise .....	3	General aspects .....	3
Einleitung .....	3	Introduction .....	3
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>5</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Vorkommen</b> .....	<b>6</b>	<b>2 Occurrence</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Innenraumluft</b> .....	<b>7</b>	<b>3 Indoor air</b> .....	<b>9</b>
3.1 Messplanung .....	9	3.1 Measurement planning .....	7
3.2 Geräte und Betriebsmittel zur Probenahme und Probenaufbereitung .....	7	3.2 Apparatus and materials for sampling and sample preparation .....	7
3.3 Probenahme .....	10	3.3 Sampling .....	10
3.4 Probenaufbereitung .....	11	3.4 Sample preparation .....	11
<b>4 Prüfkammerluft</b> .....	<b>11</b>	<b>4 Test chamber air</b> .....	<b>8</b>
4.1 Geräte und Betriebsmittel zur Probenahme .....	12	4.1 Apparatus and materials for sampling .....	12
4.2 Probenahme .....	12	4.2 Sampling .....	12
4.3 Durchführung der Probenahme .....	13	4.3 Sampling procedure .....	13
4.4 Probenaufbereitung .....	13	4.4 Sample preparation .....	13
<b>5 Hausstaub</b> .....	<b>14</b>	<b>5 House dust</b> .....	<b>9</b>
5.1 Messplanung und Probenahme .....	14	5.1 Measurement planning and sampling .....	14
5.2 Geräte und Betriebsmittel zur Probenahme .....	15	5.2 Apparatus and materials for sampling .....	15
5.3 Probenaufbereitung .....	15	5.3 Sample preparation .....	15
<b>6 Kalibrierung</b> .....	<b>16</b>	<b>6 Calibration</b> .....	<b>16</b>
6.1 Lösungen der internen Standards .....	16	6.1 Internal standard solutions .....	16
6.2 Kalibrierlösungen für Low Resolution .....	16	6.2 Calibration solutions for low resolution .....	16
6.3 Kalibrierlösungen für High Resolution .....	17	6.3 Calibration solutions for high resolution .....	17

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL  
Arbeitsgruppe Messen von phosphororganischen Verbindungen  
Ausschuss Innenraumluft

**7 Identifizierung und Quantifizierung** ..... 18

7.1 Geräte zur Analyse..... 19

7.2 Analyse mit GC/LR-MS ..... 19

7.3 Analyse mit GC/HR-MS..... 19

7.4 Auswertung und Angabe des Ergebnisses ... 20

**8 Verfahrenskenngrößen** ..... 21

8.1 Verfahrenskenngrößen der Luftuntersuchungen ..... 21

8.2 Verfahrenskenngrößen der Hausstaubuntersuchungen ..... 22

**9 Qualitätssicherung** ..... 22

**10 Störungen**..... 22

**Anhang A** Nomenklatur und physikalische Kenndaten..... 24

**Anhang B** Beispielchromatogramme..... 27

Schrifttum ..... 29

**7 Identification and quantification** ..... 18

7.1 Analysis apparatus..... 19

7.2 Analysis with GC/LR-MS ..... 19

7.3 Analysis with GC/HR-MS..... 19

7.4 Evaluation and presentation..... 20

**8 Performance characteristics** ..... 21

8.1 Performance characteristics of the air analyses ..... 21

8.2 Performance characteristics of the house dust analyses ..... 22

**9 Quality assurance** ..... 22

**10 Interferences**..... 22

**Annex A** Nomenclature and physical characteristics..... 25

**Annex B** Sample chromatograms ..... 27

Bibliography ..... 29

**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](http://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.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist abrufbar im Internet unter [www.vdi.de/4301](http://www.vdi.de/4301).

**Allgemeine Hinweise**

Die Richtlinienreihe VDI 4301 beschreibt Messverfahren für unterschiedliche Innenraumluftschadstoffe.

In der Richtlinie VDI 4301 Blatt 1 wird ein Messverfahren zur Bestimmung des Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)-Gehaltes in der Innenraumluft – Saltzman-Verfahren – vorgestellt. Es handelt sich um ein Konventionsverfahren.

Die Richtlinien VDI 4301 Blatt 2 und Blatt 3 behandeln die Bestimmung von Pentachlorphenol (PCP) und  $\gamma$ -Hexachlorcyclohexan ( $\gamma$ -HCH, Lindan). In Blatt 2 wird das GC/MS-Verfahren, in Blatt 3 das GC/ECD-Verfahren beschrieben.

**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](http://www.vdi-richtlinien.de)).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at [www.vdi.de/4301](http://www.vdi.de/4301).

**General aspects**

Guideline series VDI 4301 describes measurement methods for various indoor air pollutants.

Guideline VDI 4301 Part 1 presents a measurement method for the determination of the concentration of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) present in indoor air, i.e., the Saltzman method. This is a conventional method.

Guidelines VDI 4301 Part 2 and Part 3 deal with the determination of pentachlorophenol (PCP) and  $\gamma$ -hexachlorocyclohexane ( $\gamma$ -HCH, lindane). The GC/MS method is described in Part 2, the GC/ECD method in Part 3.

Die Richtlinie VDI 4301 Blatt 4 beschreibt ein Messverfahren zur Bestimmung von Pyrethroiden und Piperonylbutoxid in Luft, Hausstaub und Lösemittel-Wischproben.

Diese Richtlinie VDI 4301 Blatt 5 beschreibt die Bestimmung von Flammschutzmitteln und Weichmachern auf Basis von Phosphorsäureestern.

Weitere messtechnische Methoden, die primär für den Immissionsbereich erarbeitet wurden, sich aber auch für Innenraumluftmessungen eignen und erprobt sind, befinden sich in den entsprechenden Richtlinienreihen der Immissionsmessverfahren; genannt seien hier Methoden zur Bestimmung von

- flüchtigen organischen Verbindungen einschließlich der leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe mittels Gaschromatografie in der Richtlinienreihe VDI 2100,
- Formaldehyd in der Richtlinienreihe VDI 3484,
- faserförmigen Partikeln in der Richtlinienreihe VDI 3492,
- polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen (PCDD) und Dibenzofuranen (PCDF) in der Richtlinienreihe VDI 3498,
- polychlorierten Biphenylen (PCB) in der Richtlinienreihe VDI 2464,
- polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) in den Normen DIN ISO 12884 und DIN ISO 16362.

Für die allgemeine Messplanung von Innenraumluftmessungen sind die Vorgaben der Richtlinie VDI 4300 Blatt 1 zugrunde zu legen. Die Folgeblätter dieser Richtlinienreihe VDI 4300 beschreiben die Vorgehensweisen für einzelne Substanzen oder Substanzklassen.

Die Anwendung dieser Richtlinie setzt die Kenntnis der Richtlinie VDI 4300 Blatt 1 voraus. Für die Planung von Messungen der Innenraumluft ist zusätzlich die Richtlinie VDI 4300 Blatt 4, von Messungen des Hausstaubes die Richtlinie VDI 4300 Blatt 8 und von Messungen der Prüfkammerluft die Norm DIN EN ISO 16000-9 zu berücksichtigen.

Guideline VDI 4301 Part 4 describes a measurement method for the determination of pyrethroids and piperonyl butoxide in air, house dust and solvent wipe samples.

This guideline VDI 4301 Part 5 describes a measurement method for the determination of flame retardants and plasticizers based on phosphoric acid esters.

Other measurement methods, designed primarily for ambient air measurements, but also suitable and proven for use in indoor air measurements, are described in the corresponding guidelines of the ambient air measurement methods, and include methods for the determination of

- volatile organic compounds, including volatile halogenated hydrocarbons, using gas chromatography, in guideline series VDI 2100,
- formaldehyde, in guideline series VDI 3484,
- fibrous particles, in guideline series VDI 3492,
- polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD) and dibenzofurans (PCDF), in guideline series VDI 3498,
- polychlorinated biphenyls (PCB), in guideline series VDI 2464,
- polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), in standards DIN ISO 12884 and DIN ISO 16362.

The general measurement planning for indoor air measurements shall be based on the requirements contained in guideline VDI 4300 Part 1. The other parts of this guideline series VDI 4300 describe the procedures for individual substances or substance groups.

The use of this guideline will require prior knowledge of guideline VDI 4300 Part 1. Additionally, VDI 4300 Part 4 shall be taken into account for indoor air measurements, VDI 4300 Part 8 for house dust measurements and DIN EN ISO 16000-9 for emissions chamber measurements, respectively.