

DIN ISO 16000-13



Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 5.

ICS 13.040.20

Einsprüche bis 2007-04-30

Entwurf

Innenraumluftverunreinigungen –

Teil 13: Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxin-ähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) – Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien (ISO/DIS 16000-13:2006)

Indoor air –

Part 13: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans – Collection on sorbent-backed filters (ISO/DIS 16000-13:2006)

Air intérieur –

Partie 13: Détermination des polychlorobiphényles de type dioxine et des polychlorodibenzo-p-dioxines/dibenzofuranes totaux (en phase gazeuse et en phase particulaire) – Collecte sur des filtres adsorbants (ISO/DIS 16000-13:2006)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an krdl@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, 40002 Düsseldorf, Postfach 10 11 39 (Hausanschrift: Robert-Stolz-Str. 5, 40470 Düsseldorf).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 41 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss

Nationales Vorwort

ISO/DIS 16000-13 wurde vom Unterkomitee SC 6 „Innenraumlufte“ in der Arbeitsgruppe 9 „Bestimmung von Dioxinen und PCB“ des Technischen Komitees ISO/TC 146 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet. An der Erstellung dieser Norm war der Fachbereich IV „Umweltmesstechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN — Normenausschuss maßgeblich beteiligt.

Die in dem vorliegenden Norm-Entwurf beschriebene Probenahme basiert auf der VDI 2463 Blätter 4, 7 und 9, der VDI 2464 Blatt 2 sowie der VDI 3498 Blätter 1 und 2, die ursprünglich zum Teil für den Immissionsbereich erarbeitet wurden.

Allgemeine und stoffspezifische Aspekte für die Messplanung, die vor oder während der Messung beachtet werden sollten, sowie Messverfahren für einzelne Stoffe bzw. Stoffgruppen und Mikroorganismen in der Innenraumlufte sind in den einzelnen Teilen der ISO 16000 beschrieben.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen

ISO 16000-12 siehe DIN EN ISO 16000-12

ISO 16000-14 siehe DIN ISO 16000-14

ISO 9169 siehe DIN EN ISO 9169

ISO 12884 siehe DIN ISO 12884

Nationale Technische Regelung zum Innenraumluftebereich

Messplanerische Aspekte von Innenraumluftemessungen für einzelne Stoffe bzw. Stoffgruppen sind in einzelnen Blättern der Richtlinie VDI 4300 (siehe auch Nationaler Anhang NA) behandelt. Zum Teil dienen sie als alleinige Basisdokumente für die Erstellung einzelner Teile der ISO 16000 (z. B. bei der ISO 16000-1, ISO 16000-2, ISO 16000-5, ISO 16000-12 und ISO 16000-15). Die Messtechniken (Probenahme und Analysentechnik) zur Bestimmung der jeweiligen Stoffe bzw. Stoffgruppen in der Innenraumlufte werden in den Blättern der Richtlinie VDI 4301 dargestellt. Messverfahren, die sowohl im Innenraumlufte- als auch im Immissionsbereich eingesetzt werden können, sind in weiteren VDI-Richtlinien beschrieben.

Damit stehen folgende Technische Regeln für Messungen im Innenraum zur Verfügung:

DIN ISO 16000: ISO Normen, die als nationale Normen übernommen,

VDI 4300: Richtlinien, die im nationalen Bereich erarbeitet wurden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusätzliche Literaturhinweise

DIN EN ISO 9169, *Luftbeschaffenheit — Definition und Ermittlung von Verfahrenskenngrößen einer automatischen Messeinrichtung*

DIN V EN V 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

DIN ISO 12884, *Außenluft — Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe — Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien und anschließender gaschromatographischer/massenspektrometrischer Analyse*

DIN EN ISO 16000-1, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 1: Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie*

DIN EN ISO 16000-2, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 2: Probenahmestrategie für Formaldehyd*

DIN ISO 16000-3, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen — Probenahme mit einer Pumpe*

DIN ISO 16000-4, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 4: Bestimmung von Formaldehyd, Probenahme mit Passivsammlern*

E DIN EN ISO 16000-5, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 5: Probenahmestrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC)*

DIN ISO 16000-6, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluftein und in Prüfkammern, Probenahme auf Tenax TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID*

E DIN EN ISO 16000-7, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 7: Probenahmestrategie für die Bestimmung luftgetragener Asbestfaserkonzentrationen*

E DIN ISO 16000-8, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 8: Bestimmung des lokalen Alters der Luft in einem Gebäude zur Charakterisierung der Lüftungsbedingungen*

DIN EN ISO 16000-9, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfkammer-Verfahren*

DIN EN ISO 16000-10, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 10: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfzellen-Verfahren*

DIN EN ISO 16000-11, *Innenraumlufteinverunreinigungen — Teil 11: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Verfahren zur Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke*

E DIN EN ISO 16000-12: *Probenahmestrategie für polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)*

E DIN ISO 16000-13: *Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxinähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien*

E DIN ISO 16000-14: *Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxinähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Extraktion, Reinigung und Analyse mit hochauflösender Gaschromatographie/Massenspektrometrie (in Vorbereitung)*

E DIN EN ISO 16000- 15: *Probenahmestrategie für Stickstoffdioxid (NO₂)*

E DIN ISO 16000-16, *Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Filtration*

E DIN ISO 16000-17, *Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Kultivierungsverfahren*

E DIN ISO 16000-18, *Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Impaktion*

DIN EN ISO 16017-1, *Innenraumluf, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 1: Probenahme mit einer Pumpe*

DIN EN ISO 16017-2, *Innenraumluf, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 2: Probenahme mit Passivsammlern*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

VDI 2463 Blatt 4, *Messen von Partikeln; Messen der Massenkonzentration von Partikeln in der Außenluft; LIB-Filterverfahren*

VDI 2463 Blatt 7, *Messen von Partikeln; Messen der Massenkonzentration (Immission); Filterverfahren; Kleinfiltergerät GS 050*

VDI 2463 Blatt 9, *Messen von Partikeln; Messen der Massenkonzentration (Immission); Filterverfahren; LIS/P-Filtergerät*

VDI 2464 Blatt 2, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluf — Messen von polychlorierten Biphenylen (PCB); HR-GC/HR-MS-Verfahren für coplanare PCB*

VDI 3484 Blatt 1, *Messen von gasförmigen Immissionen — Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Prüfgasen; Bestimmung der Formaldehydkonzentration nach dem Sulfit-Pararosanilin-Verfahren*

VDI 3484 Blatt 2, *Messen von gasförmigen Immissionen — Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Bestimmung der Formaldehydkonzentration nach der Acetylaceton-Methode*

VDI 3498 Blatt 1, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluf — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen; Verfahren mit großem Filter*

VDI 3498 Blatt 2, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluf — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen; Verfahren mit kleinem Filter*

VDI 4300 Blatt 1, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Allgemeine Aspekte der Messstrategie*

VDI 4300 Blatt 2, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und polychlorierte Biphenyle (PCB)*

VDI 4300 Blatt 4, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) in der Innenraumluf*

VDI 4300 Blatt 5, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für Stickstoffdioxid (NO₂)*

VDI 4300 Blatt 6, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC)

VDI 4300 Blatt 7, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Bestimmung der Luftwechselzahl in Innenräumen

VDI 4300 Blatt 8, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Probenahme von Hausstaub

VDI 4300 Blatt 9, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messstrategie für Kohlendioxid (CO₂)

VDI 4300 Blatt 10, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messstrategie bei der Untersuchung von Schimmelpilzen im Innenraum

VDI 4301 Blatt 1, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messen der Stickstoffdioxidkonzentration — Manuelles photometrisches Verfahren (Saltzman)

VDI 4301 Blatt 2, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messen von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) — GC/MS-Verfahren

VDI 4301 Blatt 3, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messen von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) — GC/ECD-Verfahren

VDI 4301 Blatt 4, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messen von Pyrethroiden und Piperonyl-butoxid in Luft, Hausstaub und Lösemittel-Wischproben

E VDI 4301 Blatt 5, Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messen von Flammenschutzmitteln und Weichmachern auf Basis phosphororganischer Verbindungen — Phosphorsäureester

Innenraumluchtverunreinigungen**Teil 13: Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxin-ähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien****Inhalt**

	Seite
Vorwort	7
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe und Abkürzungen	10
3.1 Begriffe	11
3.2 Abkürzungen	12
4 Kurzbeschreibung	13
5 Geräte und Materialien	13
5.1 Probenahmegerät	13
5.2 Materialien für die Probenahme	16
5.3 Reagenzien für die Analyse	17
5.4 ¹³ C ₁₂ -markierte Standards	17
6 Herstellung der Probenahmematerialien	20
7 Probenahme	20
8 Mindestanforderungen für die Probenahme	22
Anhang A (informativ) Details zu den Probenahmegeräten	23
Anhang B (normativ) Bestimmung der Sammeleffizienz oder der dynamischen Rückhalteeffizienz	35
Anhang C (informativ) Struktur, Toxizität und Berechnung der Toxizitätsäquivalente	37
Literaturhinweise	41

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden nach den Regeln der ISO/IEC-Direktiven Teil 2 gestaltet.

Hauptaufgabe Technischer Komitees ist die Vorbereitung Internationaler Standards. Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitglieds Körperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften.

Es ist Augenmerk darauf zu richten, dass einige Elemente dieses Dokumentes Gegenstand von Patentrechten sind. ISO kann nicht für die Identifizierung solcher Patentrechte verantwortlich gemacht werden.

ISO 16000-13 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146, *Luftbeschaffenheit*, Unterkomitee SC 6, *Innenraumluf*, erarbeitet.

ISO 16000 mit dem allgemeinen Titel *Innenraumlufverunreinigungen* besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie
- Teil 2: Probenahmestrategie für Formaldehyd
- Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen; Probenahme mit einer Pumpe
- Teil 4: Bestimmung von Formaldehyd; Probenahme mit Passivsammlern
- Teil 5: Probenahmestrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC)
- Teil 6: Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluf und in Prüfkammern durch Probenahme auf Tenax TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mittels MS/FID
- Teil 7: Probenahmestrategie für die Bestimmung luftgetragener Asbestfaserkonzentrationen
- Teil 8: Bestimmung des lokalen Alters der Luft in einem Gebäude zur Charakterisierung der Lüftungsbedingungen
- Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfkammer-Verfahren
- Teil 10: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfzellen-Verfahren
- Teil 11: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Verfahren zur Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke
- Teil 12: Probenahmestrategie für polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

- Teil 13: Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxin-ähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien
- Teil 14: Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxin-ähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Extraktion, Reinigung und Analyse mit hochauflösender Gaschromatographie/Massenspektrometrie
- Teil 15: Probenahmestrategie für Stickstoffdioxid (NO₂)
- Teil 16: Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Filtration
- Teil 17: Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Kultivierungsverfahren

Die folgenden Teile sind in Vorbereitung:

- Teil 18: Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Impaktion
- Teil 19: Probenahmestrategie für Schimmelpilze
- Teil 20: Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Probenahme mittels Hausstaub
- Teil 21: Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Probenahme von Materialien
- Teil 22: Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Molekular-Verfahren
- Teil 23: Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von Formaldehyd durch sorbierende Baumaterialien

Weiterhin sei auf die

ISO 16017-1, Innenraumluft, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz - Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie - Teil 1: Probenahme mit einer Pumpe

und

ISO 16017-2, Innenraumluft, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz - Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie - Teil 2: Probenahme mit Passivsammlern

hingewiesen, in denen VOC-Messungen beschrieben werden.

Einleitung

In den unterschiedlichen Teilen der ISO 16000 werden allgemeine Aspekte für die Messung von Innenraumluftverunreinigungen sowie die für die einzelnen Stoffe bzw. Stoffgruppen wichtigen Randbedingungen beschrieben, die vor oder während der Messung zu beachten sind. Weiterhin werden auch die Messverfahren selber behandelt (siehe Vorwort).

Dieser Teil der ISO 16000 ist für die Probenahme von polychlorierten Biphenylen (PCB), polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen (PCDD) und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) in der Innenraumluft sowie die für die Probenahme benötigten Sammelmaterien anwendbar. Dieselben in der vorliegenden Internationalen Norm beschriebenen Probenahmeverfahren sind auch für die Probenahme von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) mit zwei oder mehr aromatischen Ringen anwendbar. Die Verfahren für die Aufarbeitung der PAH, deren Extraktion von den Sammelmedien und deren analytische Bestimmung werden in der ISO 12884 beschrieben und werden daher im Rahmen der vorliegenden Internationalen Norm nicht behandelt.

Die Probenahmestrategie zur Bestimmung der PCB, PCDD/PCDF und PAH in der Innenraumluft wird in der ISO 16000-12 beschrieben.

Mehrere PCB und PCDD/PCDF werden als potenziell karzinogen für den Menschen eingestuft. Es gibt 209 unterschiedliche PCB, 75 PCDD und 135 PCDF (Kongenere). Die toxischsten PCB sind jene, die coplanar und ähnlich den PCDD aufgebaut sind. Das toxischste PCDD ist das 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD).

PCB werden primär von Fugendichtungsmaterialien, gewissen Farben oder elektrischen Kondensatoren in die Innenraumluft emittiert; die Herstellung dieser genannten Produkte wurde in den letzten Jahren verboten. Quellen für PCDD/PCDF in der Innenraumluft sind prinzipiell: Verunreinigungen in Holzschutzanstrichen, die Pentachlorphenol (PCP) enthalten, sowie Emissionen von Bränden, bei denen chlorhaltige Produkte einbezogen sind. Emissionen aus in der Nähe befindlichen Müllkippen und verlassenen Industriestandorten können auch zum Eintrag von PCB und PCDD/PCDF in den Innenraumbereich führen.

Die Gesamt-PCB-Konzentrationen reichen im urbanen Außenluftbereich üblicherweise von 10 bis zu mehreren Hundert Picogramm je Kubikmeter (pg/m^3). Die PCDD/PCDF hingegen werden im urbanen Außenluftbereich normalerweise in sehr geringen Konzentrationen gefunden; z. B. Femtogramm je Kubikmeter (fg/m^3). PCB und PCDD/PCDF finden sich normalerweise bei der Außen- oder Innenraumluft in der Gas- und der Partikelphase, in Abhängigkeit von der Temperatur, der Feuchte, dem Chlorierungsgrad, der Konzentration und der Fähigkeit, sich auf dem Schwebstaub niederzuschlagen. Diese Verbindungen, besonders die mit einem Dampfdruck über 10^{-8} kPa, dampfen während der Probenahme vom Partikelfilter ab. Folglich ist für eine effiziente Sammlung ein nachgeschalteter Gasphasenfilter vorzusehen. Die getrennte Analyse von Filter und Gasphasenfilter gibt nicht die ursprüngliche Verteilung in der Atmosphäre bei normalen Außentemperaturen wieder und sollte daher auch nicht vorgenommen werden, weil die Verbindungen vom Filter abdampfen.

Die Versendung von PCDD/PCDF-Standards hat entsprechend den nationalen Gesetzen zu erfolgen. Sie müssen in speziellen Behältnissen, die kommerziell erhältlich sind, transportiert werden. Die Handhabung sollte ausschließlich durch entsprechend geschultes Fachpersonal erfolgen.

In diesem Teil der ISO 16000 wird die Probenahme von polychlorierten dioxin-ähnlichen Biphenylen (PCB) und polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen/Dibenzofuranen (PCDD/PCDF) behandelt. Die Extraktion, das Clean-up und die Analyse werden in der ISO 16000-14 beschrieben.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 16000 gibt Anleitungen zur Probenahme und Herstellung des Sammelmaterials für polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) in der Innenraumlufte (siehe Anhang C, Tabelle C.1). Das Verfahren beinhaltet ein Sammelverfahren für PCB und PCDF/PCDD in der Luft mit einer Kombination von einem feinporigen Partikelfilter und einem Sorbens-Gasphasenfilter. Das Verfahren kann nicht dazu verwendet werden, gasförmige PCB und PCDD/PCDF getrennt von denen zu bestimmen, die partikelgebunden vorliegen, weil ein Teil der Verbindungen vom Filter abdampft und sich im Sorbens-Gasphasenfilter niederschlägt. Dieser Teil der ISO 16000 beschreibt nicht die analytischen Verfahren für PCB, PCDD und PCDF; dies erfolgt in ISO 16000-14.

In Kombination mit dem in ISO 16000-14 festgelegten analytischen Verfahren, das die spezielle Analyse mit hochauflösender Gaschromatographie in Verbindung mit der hochauflösender Massenspektrometrie (HRGC/HRMS) beinhaltet, ist es mit diesem Verfahren möglich 0,2 pg/m³ oder geringere Konzentrationen der meisten PCB und PCDF/PCDD nachzuweisen. Jedoch kann es möglich sein, dass bei 0,2 pg/m³ oder geringeren Konzentrationen — besonders bei einem geringen Probenahmevolumen — nicht alle zu untersuchenden Verbindungen detektiert werden können. Zur Erzielung angemessener Nachweisgrenzen sollten nicht weniger als 50 m³ Probenahmevolumen gezogen werden. Für normale Messaufgaben sollte das Probenahmevolumen 360 m³ nicht überschreiten (entsprechend einer Probenahmedauer von 24 h bei 16 m³/h oder 7 d bei 2 m³/h). Das Verfahren wurde für Probenahmezeiten bis zu 7 d validiert. Unter Einsatz größerer Sorbens-Gasphasenfilter wurden Probenahmevolumen bis zu 1 000 m³ validiert.

Unter normalen Bedingungen kann für das Verfahren eine Präzision von $\pm 25\%$ oder besser und eine Messunsicherheit von $\pm 50\%$ oder besser erwartet werden.

Bei Innenraumluftmessungen sollte der stündliche Durchfluss des Probenahmegerätes 10 % der Luftwechselrate des entsprechenden Raums nicht überschreiten. Falls die Luftwechselrate unbekannt ist darf das je Stunde gesammelte Probenluftvolumen 10 % des Raumvolumens nicht überschreiten. Bei Einhaltung der entsprechenden Randbedingungen kann das Verfahren auch in kleinen Räumen, z. B. Kinderzimmern, wie auch in Büros eingesetzt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 16000-12, *Indoor air — Part 12: Sampling strategy for PCBs, PCDDs/PCDFs and PAHs*

ISO 16000-14, *Indoor air — Part 14: Determination of polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) — Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography/mass spectrometry*

ISO 9169:2006, *Air quality — Definition and determination of performance characteristics of an automatic measuring system*

ISO TR 4227:1989, *Planning of ambient air quality monitoring*

ISO 12884, *Ambient air — Determination of total (gas and particle-phase) polycyclic aromatic hydrocarbons — Collection on sorbent-backed filters with gas chromatographic/mass spectrometric analyses*

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe

3.1.1

Probenahmeeffizienz (E_s)

Fähigkeit des Probenahmegerätes die zu bestimmenden Verbindungen niederzuschlagen und zurückzuhalten. E_s (in Prozent) ist der prozentuale Anteil der zu untersuchenden Verbindung, die vom Sammelmateriale beim Durchleiten durch das Probenahmegerät erfasst und zurückgehalten wird. Das Probenahmegerät wird in dieser Zeit unter üblichen Bedingungen über eine Zeitdauer betrieben, die vom Anwendungszweck her gefordert wird oder darüber hinausgeht

3.1.2

dynamische Rückhalteeffizienz (E_r)

Fähigkeit des Sammelmateriale, ein vorgegebenes PCB, PCDD oder PCDF, das in einer Dotierlösung auf das Sorptionsmateriale aufgebracht wurde, zurückzuhalten, während Luft unter üblichen Betriebsbedingungen für eine Zeitdauer, die vom Anwendungszweck her gefordert wird oder darüber hinausgeht, durch das Probenahmesystem geleitet wird

3.1.3

dioxin-ähnliche PCB (siehe auch Tabellen C.1 und C.2)

non- und mono-ortho PCB, die eine Affinität zum Ah-Rezeptor haben, zeigen ähnliche toxikologische Effekte wie 2,3,7,8-substituierte PCDD/PCDF nach WHO ^[1]

3.1.4

Indikator-PCB

die sechs PCB: PCB-28, -52, -101, -138, -153 und -180

3.1.5

Dotierung

Zugabe von $^{13}\text{C}_{12}$ -markierten Standards

3.1.6

Verfahrenskenngrößen

Messungen zur Bestimmung des Einflusses von physikalischen und chemischen Umgebungs- und Instandhaltungsschwierigkeiten, z. B. Netzspannung, Temperatur, Versorgung mit gewissen Verbindungen, Rüstzeit, Dauer des wartungsfreien Betriebs (ISO 9169)

3.1.7

Feldblindwertprobe

eine nicht exponierte und nicht dotierte Probe des Sammelmateriale (z. B. Filter, PU-Gasphasenfilter oder vollständige Probenahmekartusche), die mit vor Ort genommen wird und das vollständige analytische Verfahren — einschließlich Extraktion, Clean-up und Identifizierungsschritten — durchläuft. Der bei diesem Verfahren sich ergebende Wert wird dazu verwendet, sicherzustellen, dass während aller Schritte des Messverfahrens keine signifikanten Kontaminationen aufgetreten sind, und zu prüfen, dass das Messpersonal in der Lage ist, den der Messaufgabe entsprechende Konzentrationsbereich zu analysieren

3.1.8

analytischer Blindwert

eine nicht exponierte und nicht dotierte Probe eines Reagenzes oder Probenahmemateriale, das das komplette analytische Verfahren einschließlich Extraktion, Clean-up und Identifizierungsschritten durchläuft

3.1.9

Probenahmestandard

Indikatoragens, z. B. $^{13}\text{C}_{12}$ -markierte PCB und PCDD/PCDF, die den Probenahmematerialien vor der Probenahme hinzugefügt werden, um die Gesamteffizienz des Verfahrens zu bestimmen

3.1.10**Extraktionsstandard**

Indikatoragens, z. B. $^{13}\text{C}_{12}$ -markierte PCB und PCDD/PCDF, die vor der Extraktion hinzugefügt werden; diese Standards dienen auch zur Berechnung der Ergebnisse

3.1.11**Kongener**

jedes der 209 individuellen PCB, 75 individuellen PCDD oder 135 individuellen PCDF

3.1.12**Isomere**

PCB oder PCDD oder PCDF mit identischer Zusammensetzung der Elemente aber unterschiedlicher Struktur; z. B. sind 1-Chlorbiphenyl und 2-Chlorbiphenyl Isomere

3.2 Abkürzungen

(Siehe auch Tabellen C.1 und C.2)

3.2.1 PCB

polychlorierte Biphenyle

3.2.2 PCDD/PCDF

polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und polychlorierte Dibenzofurane

3.2.3 TeCB

Tetrachlorbiphenyl

3.2.4 PeCB

Pentachlorbiphenyl

3.2.5 HxCB

Hexachlorbiphenyl

3.2.6 HpCB

Heptachlorbiphenyl

3.2.7 TCDD

Tetrachlordibenzo-p-dioxin

3.2.8 PeCDD

Pentachlordibenzo-p-dioxin

3.2.9 HxCDD

Hexachlordibenzo-p-dioxin

3.2.10 HpCDD

Heptachlordibenzo-p-dioxin

3.2.11 OCDD

Octachlordibenzo-p-dioxin

3.2.12 TCDF

Tetrachlordibenzofuran

3.2.13 PeCDF

Pentachlordibenzofuran

3.2.14 HxCDF
Hexachlordibenzofuran

3.2.15 HpCDF
Heptachlordibenzofuran

3.2.16 OCDF
Octachlordibenzofuran

3.2.17 PTFE
Polytetrafluorethylen

4 Kurzbeschreibung

Die Luftprobe mit den PCB, PCDD und PCDF wird der Außenluft direkt entnommen. Dabei wird Luft durch einen Feinstaubfilter sowie einen nachgeschalteten Gasphasenfilter, der Polyurethanschäum (PU) enthält, gesaugt. Schwer flüchtige Verbindungen, die auf luftgetragenen Partikeln adsorbiert sind, werden primär auf dem Partikelfilter gesammelt. Die gasförmigen Verbindungen, die den Filter passieren, sowie solche, die vom Filter abdampfen, werden im PU-Gasphasenfilter niedergeschlagen.

Das Verfahren ist anwendbar in Räumen von Wohnsitzen, Bürogebäuden und öffentlichen oder kommerziellen Einrichtungen, einschließlich solcher mit großen inneren Freiflächen (z. B. Fabriken, Warenhäusern, geschlossenen Stadien). Der Probenahmedurchfluss und das gesammelte Probenahmeluftvolumen hängen von der Größe des beprobten Raums oder der inneren Freifläche ab. Sie können von 1,5 m³/h bis 16 m³/h entsprechend der Messaufgabe reichen. Für alle Innenraumluftmessungen gilt, dass der stündliche Durchfluss des Probenahmegerätes 10 % der Luftwechselrate oder 10 % des Luftvolumens des entsprechenden Raums oder der inneren Freifläche nicht überschreiten sollte. Das Probenahmenvolumen sollte 360 m³ nicht überschreiten.

Die Probenahmematerialien (Filter und PU) werden vereinigt und zusammen extrahiert. Zur Extraktion wird normalerweise ein Soxhletextraktor in Verbindung mit Toluol oder einem anderen geeigneten Lösemittel verwendet. ¹³C₁₂-markierte PCB/PCDD/PCDF-Standards werden vor der Probenahme und der Extraktion zugesetzt, um die Probenahmeeffizienz und die Wiederfindung zu überwachen. Die Dotierung mit ¹³C₁₂-markierten PCB/PCDD/PCDF vor der Probenahme ist notwendig, um die Gesamtwiederfindung der PCB/PCDD/PCDF-Kongenere zu bestimmen. Verluste während der Extraktion und des Clean-up werden durch Verwendung dieser isotoopenmarkierten Verbindungen als interne Extraktionsstandards zur Quantifizierung (zusammen mit den Wiederfindungsstandards, die direkt vor der HRGC/HRMS-Analyse zugegeben werden) detektiert und kompensiert.

5 Geräte und Materialien

5.1 Probenahmegerät

Im Bild 1 ist das Schema eines typischen Probenahmesystems und in Bild 2 das eines schematischen Probenahmekopfes wiedergegeben.