

DIN ISO 16000-13



Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 5.
ICS 13.040.20

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 16000-13:2008)**

Indoor air –

Part 13: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) – Collection on sorbent-backed filters (ISO 16000-13:2008)

Air intérieur –

Partie 13: Dosage des polychlorobiphényles (PCB) de type dioxine et des polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD)/polychlorodibenzofuranes (PCDF) totaux (en phase gazeuse et en phase particulaire) – Collecte sur des filtres adsorbants (ISO 16000-13:2008)

Gesamtumfang 39 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	5
Einleitung.....	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Abkürzungen	10
5 Kurzbeschreibung	11
6 Geräte und Materialien	11
7 Herstellung der Probenahmematerialien	16
8 Probenahme	17
9 Mindestanforderungen für die Probenahme.....	19
Anhang A (informativ) Details zu den Probenahmegeräten.....	20
Anhang B (normativ) Bestimmung der Sammeleffizienz oder der dynamischen Rückhalteeffizienz.....	32
Anhang C (informativ) Struktur, Toxizität und Berechnung der Toxizitätsäquivalente	34
Literaturhinweise	39

Nationales Vorwort

Internationale Technische Regelsetzung zum Innenraumluftbereich

ISO 16000-13:2008 wurde vom Unterkomitee SC 6 „Indoor air“ des Technischen Komitees ISO/TC 146 „Air quality“ erarbeitet. Obmannschaft und Sekretariat des SC 6 liegen bei Deutschland. An der Erstellung dieser Norm war der Fachbereich 4 „Umweltmesstechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN-Normenausschuss maßgeblich beteiligt.

Das in der vorliegenden Norm beschriebene Verfahren basiert auf der VDI 3498 Blätter 1 und 2 und der DIN CEN/TS 1948-4.

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 Innenraumluft 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 12884	siehe DIN ISO 12884
ISO 16000-12	siehe DIN EN ISO 16000-12
ISO 16000-14	siehe DIN ISO 16000-14

Nationale Technische Regelsetzung zum Innenraumluftbereich

Messplanerische Aspekte von Innenraumluftmessungen für einzelne Stoffe bzw. Stoffgruppen werden in den 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 16000-7, ISO 16000-12, ISO 16000-15, ISO 16000-16, ISO 16000-17 und ISO 16000-18). Die Messtechniken (Probenahme und Analysentechnik) zur Bestimmung der jeweiligen Stoffe bzw. Stoffgruppen in der Innenraumluft werden in den Blättern der Richtlinie VDI 4301 dargestellt. Messverfahren, die sowohl im Innenraumluft- als auch im Immissionsbereich eingesetzt werden können, sind in weiteren VDI-Richtlinien beschrieben.

DIN ISO 16000 bzw. DIN EN ISO 16000 mit dem allgemeinen Titel *Innenraumluftverunreinigungen* besteht aus 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 VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA[®], thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID
- Teil 7: Probenahmestrategie zur Bestimmung luftgetragener Asbestfaserkonzentrationen
- Teil 8: Bestimmung des lokalen Alters der Luft in Gebäuden 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 — 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 polychlorierter Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien
- Teil 14: Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener polychlorierter dioxin-ähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Extraktion, Reinigung und Analyse mit hochauflösender Gaschromatographie und Massenspektrometrie
- Teil 15: Probenahmestrategie für Stickstoffdioxid (NO₂)
- Teil 16: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Filtration
- Teil 17: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Kultivierungsverfahren
- Teil 18: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Impaktion
- Teil 23: Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von Formaldehyd durch sorbierende Baumaterialien
- Teil 24: Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von flüchtigen organischen und Carbonylverbindungen ohne Formaldehyd durch sorbierende Baumaterialien
- Teil 25: Bestimmung der Emission von schwerflüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten — Mikro-Prüfkammervorgang

Folgende Teile sind in Vorbereitung:

- Teil 19: Probenahmestrategie für Schimmelpilze
- Teil 26: Probenahmestrategie für Kohlendioxid (CO₂)
- Teil 27: Standardverfahren für die quantitative Analyse von Asbestfasern in abgelagertem Staub
- Teil 28: Sensorische Prüfung von Baumaterialien und -produkten

Folgende Teile sind geplant:

- Teil 20: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Bestimmung der Gesamtsporenanzahl
- Teil 21: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme von Materialien
- Teil 22: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Molekularbiologische Verfahren

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN CEN/TS 1948-4, *Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB — Teil 4: Reinigung und Analyse von PCDD/PCDF mit PCB*

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

DIN ISO 12219-1, *Innenraumlufte, Straßenfahrzeuge — Teil 1: Prüfkabine für Straßenfahrzeuge — Spezifikation und Verfahren zur Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen im Fahrgastinnenraum (in Vorbereitung)* [2]

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

DIN EN 14412, *Innenraumluftequalität — Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen — Anleitung zur Auswahl, Anwendung und Handhabung*

DIN EN ISO 16017-1, *Innenraumlufte, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 1: Probenahme mit einer Pumpe* [3]

DIN EN ISO 16017-2, *Innenraumlufte, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 2: Probenahme mit Passivsammlern* [4]

DIN ISO 16362, *Außenluft — Bestimmung partikelgebundener aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie*

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

VDI 2464 Blatt 1, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumlufte — Messen von polychlorierten Biphenylen (PCB) — GC/MS-Verfahren für PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180*

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

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

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

VDI 3498 Blatt 1, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumlufte — 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 7, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Bestimmung der Luftwechselzahl in Innenräumen*

VDI 4300 Blatt 8, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Probenahme von Hausstaub*

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

VDI 4300 Blatt 10, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie zum Nachweis von Schimmelpilzen im Innenraum*

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

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

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

VDI 4301 Blatt 4, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Pyrethroiden und Piperonylbutoxid in Luft, Hausstaub und Lösemittel-Wischproben*

VDI 4301 Blatt 5, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Flammschutzmitteln und Weichmachern auf Basis phosphororganischer Verbindungen — Phosphorsäureester*

Folgende VDI-Richtlinien sind in Vorbereitung:

VDI 2464 Blatt 3, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluf — Messen von polybromierten Flammschutzmitteln*

VDI 4300 Blatt 11, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für Feinstaub*

VDI 4301 Blatt 6, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Phthalaten*

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 dioxin-ähnlichen Biphenylen (PCB), polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen (PCDD) und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) in der Innenraumluft sowie die für die Probenahme benötigten Sammelmateriale anwendbar. Dieselben in der vorliegenden Internationalen Norm beschriebenen Probenahmeverfahren sind auch für die Probenahme von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) mit zwei oder mehr kondensierten 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 im Rahmen der vorliegenden Internationalen Norm daher 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-Tetrachlordibenzo-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. Eingetragener Staub vom Boden sowie 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 (sechs Indikator-PCB: PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 und PCB-180 multipliziert mit 5) reichen im urbanen Außenluftbereich üblicherweise von 10 bis zu mehreren Hundert Pikogramm 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) bis Pikogramm je Kubikmeter (pg/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 sind in speziellen Behältnissen, die kommerziell erhältlich sind, zu transportieren. 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.

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

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 16000 gibt Anleitungen zur Probenahme und Herstellung des Sammelmaterials für polychlorierte dioxin-ähnliche Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) in der Innenraumluft (siehe 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. (ISO 16000-13 und ISO 16000-14 sind beides Teile des Gesamtmessverfahrens zur Bestimmung der PCB und PCDD/PCDF und gehören zusammen.)

In Kombination mit dem in ISO 16000-14 festgelegten analytischen Verfahren, das die spezielle Analyse mit hochauflösender Gaschromatographie in Verbindung mit der hochauflösenden 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 Probenahmenvolumen — nicht alle zu untersuchenden Verbindungen detektiert werden können. Zur Erzielung angemessener Nachweisgrenzen sollten nicht weniger als 50 m³ Probenahmenvolumen gezogen werden. Für normale Messaufgaben sollte das Probenahmenvolumen bis zu 360 m³ betragen (entsprechend einer Probenahmedauer von 24 h bei 16 m³/h oder 7 d bei 2 m³/h). Das Verfahren wurde für Probenahmezeiten bis zu sieben Tage validiert. Unter Einsatz größerer Sorbens-Gasphasenfilter wurden Probenahmenvolumen 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 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 12884, *Ambient air — Determination of total (gas and particle-phase) polycyclic aromatic hydrocarbons — Collection on sorbent-backed filters with gas chromatographic/mass spectrometric analyses*

ISO 16000-12, *Indoor air — Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Probenahmeeffizienz

$\% E_s$

Fähigkeit des Probenahmegerätes, die zu bestimmenden Verbindungen niederzuschlagen und zurückzuhalten

ANMERKUNG $\% E_s$ 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 vorgesehenen Anwendungszweck her gefordert wird oder darüber hinausgeht.

3.2

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 vorgesehenen Anwendungszweck her gefordert wird oder darüber hinausgeht, durch das Probenahmesystem geleitet wird

3.3

dioxin-ähnliches PCB

non- und mono-ortho-PCB, das eine Affinität zum Ah-Rezeptor hat, zeigt ähnliche toxikologische Effekte wie 2,3,7,8-substituierte PCDD/PCDF nach WHO

ANMERKUNG 1 Siehe [5].

ANMERKUNG 2 Siehe auch Tabellen C.1 und C.2.

3.4

Indikator-PCB

eines von sechs PCB

ANMERKUNG Die sechs Indikator-PCB sind: PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 und PCB-180.

3.5

Dotierung

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

3.6

Verfahrenskenngröße

Messung zur Bestimmung des Einflusses von physikalischen und chemischen Umgebungs- und Instandhaltungsschwierigkeiten

BEISPIEL Netzspannung, Temperatur, Versorgung mit gewissen Verbindungen, Rüstzeit, Dauer des wartungsfreien Betriebs (siehe [1]).

3.7

Feldblindwertprobe

eine nicht exponierte, aber dotierte Probe des Sammelmateriale (z. B. Filter, Polyurethanschaum(PUF)-Gasphasenfilter oder vollständige Probenahmekartusche), die mit vor Ort genommen wird und das vollständige analytische Verfahren — einschließlich Extraktion, Clean-up und Identifizierungsschritten — durchläuft

ANMERKUNG 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 entsprechenden Konzentrationsbereich zu analysieren.

3.8

analytischer Blindwert

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

3.9

Probenahmestandard

Indikatoragens, das den Probenahmematerialien vor der Probenahme hinzugefügt wird, um die Gesamteffizienz des Verfahrens zu bestimmen

BEISPIEL $^{13}\text{C}_{12}$ -markiertes PCB und PCDD/PCDF.

3.10

Extraktionsstandard

Indikatoragens, das vor der Extraktion hinzugefügt wird und auch zur Berechnung der Ergebnisse dient

BEISPIEL $^{13}\text{C}_{12}$ -markiertes PCB und PCDD/PCDF.

3.11

Kongener

Verbindung, die zu der chemischen Gruppe der PCB oder PCDD oder PCDF gehört

ANMERKUNG Eines der 209 individuellen PCB, 75 individuellen PCDD und 135 individuellen PCDF.

3.12

Isomer

PCB oder PCDD oder PCDF mit identischer Zusammensetzung der Elemente, aber unterschiedlicher Struktur

BEISPIEL 1-Chlorbiphenyl und 2-Chlorbiphenyl sind Isomere.

4 Abkürzungen

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

PCB	polychloriertes Biphenyl
PCDD	polychloriertes Dibenzo-p-dioxin
PCDF	polychloriertes Dibenzofuran
TeCB	Tetrachlorbiphenyl
PeCB	Pentachlorbiphenyl
HxCB	Hexachlorbiphenyl
HpCB	Heptachlorbiphenyl
TCDD	Tetrachlordibenzo-p-dioxin
PeCDD	Pentachlordibenzo-p-dioxin
HxCDD	Hexachlordibenzo-p-dioxin
HpCDD	Heptachlordibenzo-p-dioxin
OCDD	Octachlordibenzo-p-dioxin
TCDF	Tetrachlordibenzofuran
PeCDF	Pentachlordibenzofuran
HxCDF	Hexachlordibenzofuran
HpCDF	Heptachlordibenzofuran
OCDF	Octachlordibenzofuran
PTFE	Polytetrafluorethylen

5 Kurzbeschreibung

Die Luftprobe mit den enthaltenen PCB, PCDD und PCDF wird der Innenraumluft direkt entnommen. Dabei wird Luft durch einen Feinstaubfilter sowie einen nachgeschalteten Gasphasenfilter, bestehend aus Polyurethanschaum (PUF), gesaugt. Schwerflüchtige 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 PUF-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 Probenluftdurchfluss und das gesammelte Probenahmevolumen 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.

Die Probenahmematerialien (Filter und PUF) 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 isotoptenmarkierten Verbindungen als interne Extraktionsstandards zur Quantifizierung (zusammen mit den Wiederfindungsstandards, die direkt vor der HRGC/HRMS-Analyse zugegeben werden) detektiert und kompensiert.

6 Geräte und Materialien

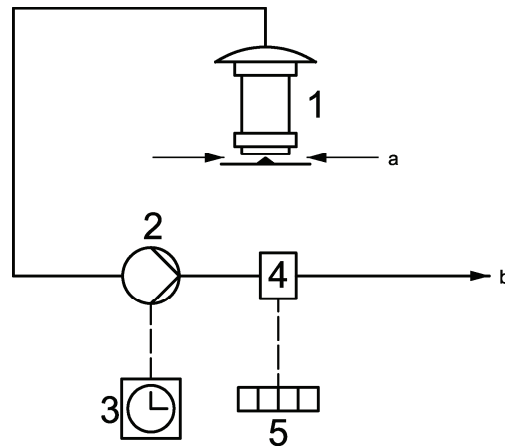
6.1 Probenahmegerät

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

Der in Bild 2 wiedergegebene Probenahmekopf ist identisch mit dem zur Probenahme von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) im Außenluftbereich, der in ISO 12884 beschrieben ist. Er basiert auf der in [6] publizierte Auslegung und wird auch zur Bestimmung von PCDD und PCDF in der Außenluft [7] verwendet. Ein Probenahmekopf mit dieser Auslegung, der dieselben Maße hat wie die in ISO 12884 beschriebenen, kann für Durchflüsse von 1,5 m³/h bis 16 m³/h und Gesamtluftvolumen bis zu 360 m³ — jeweils nach Kapazität des verwendeten Probenahmegerätes — verwendet werden. Probenahmeköpfe mit dieser grundlegenden Auslegung, mit unterschiedlichen Größen und Konfigurationen, können eingesetzt werden, wenn sie validiert sind.

ANMERKUNG Die Partikelerfassungsgeschwindigkeit eines Probenahmegerätes hängt von der Anströmgeschwindigkeit während der Probenahme ab. So kann zum Beispiel nach dem Stokschen Gesetz abgeschätzt werden, dass beim Ansaugen von Luft durch einen Filter mit 100 mm Durchmesser bei einem Durchfluss von 15 m³/h Partikel kleiner ungefähr 40 µm gesammelt werden. Bei einem Durchfluss von 6 m³/h werden Partikel ungefähr kleiner 20 µm erfasst. Bei einer weiteren Reduzierung des Durchflusses auf 1,5 m³/h würden Partikel kleiner 10 µm bis 12 µm gesammelt.

Untersuchungen von Innenraumluftmessungen zeigen, dass der Einfluss auf das Messergebnis, was mit demselben Probenahmekopf bei unterschiedlichen Durchflüssen bis hinab zu 1,5 m³/h ermittelt wird, gering oder nicht signifikant ist. Gleichfalls sollte das Messergebnis der Probe bei Verwendung eines größenselektiven Probenahmekopfes (z. B. PM_{2,5} oder PM₁₀) im Vergleich zur Gesamtstaubprobenahme nur einen geringen Effekt bei dem PCB/PCDD/PCDF-Gesamtgehalt aufweisen, sofern sich nicht in der Nähe eine Emissionsquelle für Partikel, auf denen diese Verbindungen adsorbiert sind, befindet.



Legende

- 1 Probenahmesystem (siehe Bild 2)
- 2 Probenahmepumpe
- 3 Zeitschaltuhr
- 4 Durchflussmessgerät (elektronisch)
- 5 Betriebsstundenzähler

- a Lufteinlass
- b Luftauslass

Bild 1 — Schematische Zeichnung eines typischen Probenahmesystems

Es gibt eine Anzahl an Probenahmegeräten, die in der Lage sind, Durchflüsse von 1,5 m³/h bis 16 m³/h zu ermöglichen. Einige von ihnen haben Durchflusskontrollgeräte, die über einen größeren Bereich — und damit auch über den benötigten Probenluftdurchfluss — eingestellt werden können. Begrenzungen zu zulässigen Probenluftdurchflüssen und -volumen werden in Abschnitt 8 behandelt. Einige Beispiele zu Probenahmegeräten werden in Anhang A vorgestellt.