

DIN ISO 16000-6

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

ICS 13.040.20

Ersatz für
DIN ISO 16000-6:2012-11

**Innenraumluchtverunreinigungen –
Teil 6: Bestimmung organischer Verbindungen (VVOC, VOC, SVOC) in
Innenraum- und Prüfkammerluft durch aktive Probenahme auf
Adsorptionsröhrchen, thermischer Desorption und Gaschromatographie
mit MS oder MS-FID (ISO 16000-6:2021)**

Indoor air –

Part 6: Determination of organic compounds (VVOC, VOC, SVOC) in indoor and test chamber air by active sampling on sorbent tubes, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS FID (ISO 16000-6:2021)

Air intérieur –

Partie 6: Dosage des composés organiques (COTV, COV, COSV) dans l'air intérieur et l'air de chambre d'essai par prélèvement actif sur tubes à sorbant, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse avec détection MS ou MS-FID (ISO 16000-6:2021)

Gesamtumfang 50 Seiten

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) - Normenausschuss

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	7
Vorwort	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich.....	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	11
4 Abkürzungen	13
5 Kurzbeschreibung	13
6 Reagenzien und Materialien.....	13
7 Geräte.....	16
8 Aufbereitung und Lagerung der Sorptionsröhrchen.....	21
8.1 Aufbereitung.....	21
8.2 Lagerung der aufbereiteten Sorptionsröhrchen vor der Probenahme	21
9 Probenahme	22
9.1 Luftprobenahme	22
9.2 Probenahmenvolumen.....	22
9.3 Lagerung beladener Probenröhrchen	22
9.4 Feldblindproben	23
10 Analyse	23
10.1 Bestimmung von VOC, VVOC und SVOC.....	23
10.1.1 Analytisches System	23
10.1.2 Identifizierung der zu untersuchenden Verbindungen.....	25
10.1.3 Quantifizierung der zu untersuchenden Verbindungen und Verbindungen nach Aufgabenliste	26
10.1.4 Bestimmung der unteren Bestimmungsgrenze.....	28
10.2 Identifizierte nicht zu untersuchende Verbindungen und nicht identifizierte Verbindungen	28
11 Massenkonzentration der Analyten in der Probenluft.....	29
12 Verfahrenskenngrößen.....	30
13 Prüfbericht.....	31
14 Qualitätssicherung.....	32
Anhang A (informativ) Summe flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC) und Summe schwerflüchtiger organischer Verbindungen (TSVOC)	33
A.1 Summe flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC)	33
A.2 Summe schwerflüchtiger organischer Verbindungen (TSVOC)	33
A.3 Einschränkungen von TVOC- und TSVOC-Werten	34
Anhang B (informativ) Beispiele für Verbindungen, die in Innenraumluft und aus Bauprodukten in Prüfkammern gefunden werden.....	35

Anhang C (informativ) Beschreibung der Sorbenzien.....	41
Anhang D (informativ) Leitfaden zur Verwendung von Sorbenzien	42
Anhang E (informativ) Sicherheits-Probenahmeverfahren für ausgewählte organische Gase	44
Anhang F (informativ) Wiederfindungsrate von Lösemitteln in Sorptionsröhrchen nach der Lagerung.....	47
Literaturhinweise.....	49

Nationales Vorwort

Internationale Technische Regelsetzung zum Innenraumluftbereich

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 16000-6:2021, die von der Arbeitsgruppe ISO/TC 146/SC 6/WG 3 „Determination of volatile organic compounds (VOCs) in indoor air“ des Technischen Komitees ISO/TC 146 „Air quality“, Subkomitee SC 6 „Indoor air“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 134-04-04-08 UA „Spiegelgremium zu ISO/TC 146/SC 6/WG 3“ im DIN-Normenausschuss VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss. An der Erstellung dieses Dokuments war der Fachbereich IV „Umweltmesstechnik“ der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) - Normenausschuss maßgeblich beteiligt.

Normenreihe DIN ISO 16000 bzw. Normenreihe DIN EN ISO 16000 besteht unter dem allgemeinen Titel *Innenraumluftverunreinigungen* aus folgenden Teilen:

- DIN EN ISO 16000-1, *Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie*
- DIN EN ISO 16000-2, *Probenahmestrategie für Formaldehyd*
- DIN ISO 16000-3, *Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen in der Innenraumluft und Prüfkammern — Probenahme mit einer Pumpe*
- DIN ISO 16000-4, *Bestimmung von Formaldehyd — Probenahme mit Passivsammlern*
- DIN EN ISO 16000-5, *Probenahmestrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC)*
- DIN EN ISO 16000-7, *Probenahmestrategie zur Bestimmung luftgetragener Asbestfaserkonzentrationen*
- DIN ISO 16000-8, *Bestimmung des lokalen Alters der Luft in Gebäuden zur Charakterisierung der Lüftungsbedingungen*
- DIN EN ISO 16000-9, *Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfkammer-Verfahren*
- DIN EN ISO 16000-10, *Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfzellen-Verfahren*
- DIN EN ISO 16000-11, *Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke*
- DIN EN ISO 16000-12, *Probenahmestrategie für polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)*
- DIN ISO 16000-13, *Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxin-ähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien*
- DIN ISO 16000-14, *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*
- DIN EN ISO 16000-15, *Probenahmestrategie für Stickstoffdioxid (NO₂)*

- DIN ISO 16000-16, *Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Filtration*
- DIN ISO 16000-17, *Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Kultivierungsverfahren*
- DIN ISO 16000-18, *Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Impaktion*
- DIN EN ISO 16000-19, *Probenahmestrategie für Schimmelpilze*
- DIN ISO 16000-20, *Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Bestimmung der Gesamtsporenzahl*
- DIN ISO 16000-21, *Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme von Materialien*
- DIN ISO 16000-23, *Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen durch sorbierende Baumaterialien*
- DIN ISO 16000-24, *Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von flüchtigen organischen Verbindungen durch sorbierende Baumaterialien*
- DIN ISO 16000-25, *Bestimmung der Emission von schwerflüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten — Mikro-Prüfkammerv Verfahren*
- DIN EN ISO 16000-26, *Probenahmestrategie für Kohlendioxid (CO₂)*
- DIN ISO 16000-27, *Bestimmung von abgelagerten Faserstäuben auf Oberflächen mittels REM (Rasterelektronenmikroskopie) (direkte Methode)*
- DIN ISO 16000-28, *Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfkammer*
- DIN ISO 16000-29, *Prüfverfahren für VOC-Detektoren*
- DIN ISO 16000-30, *Sensorische Prüfung der Innenraumluft*
- DIN ISO 16000-31, *Bestimmung von Flammschutzmitteln und Weichmachern auf der Basis phosphororganischer Verbindungen - Phosphorsäureester*
- DIN EN ISO 16000-32, *Untersuchung von Gebäuden auf Schadstoffe*
- DIN ISO 16000-33, *Bestimmung von Phthalaten mit Gaschromatographie/Massenspektrometrie (GC/MS)*
- DIN ISO 16000-34, *Strategien zur Messung von Schwebstoffen*
- DIN ISO 16000-36, *Prüfkammer-Verfahren zur Bestimmung der Minderungsrate luftgetragener, kultivierbarer Bakterien durch Luftreiniger mit einer Prüfkammer*
- DIN ISO 16000-37, *Messung der PM_{2,5}-Massenkonzentration*
- DIN ISO 16000-38, *Bestimmung von Aminen in Innenraum- und Prüfkammerluft — Aktive Probenahme von Probenahmeeinrichtungen mit durch Phosphorsäure imprägnierte Filter*
- DIN ISO 16000-39, *Bestimmung von Aminen — Analyse von Aminen durch (Ultra-)Hochleistungsflüssigkeitschromatographie gekoppelt mit hochauflösender oder Tandem-Massenspektrometrie*
- DIN ISO 16000-40, *Innenraumluftqualitätsmanagementsystem*

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 6141	siehe	DIN EN ISO 6141
ISO 6145 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 6145 (alle Teile)
ISO 12219-1	siehe	DIN ISO 12219-1
ISO 12219-2	siehe	DIN ISO 12219-2
ISO 12219-3	siehe	DIN ISO 12219-3
ISO 12219-4	siehe	DIN ISO 12219-4
ISO 12219-5	siehe	DIN ISO 12219-5
ISO 12219-6	siehe	DIN ISO 12219-6
ISO 16000-1	siehe	DIN EN ISO 16000-1
ISO 16017-1:2000	siehe	DIN EN ISO 16017-1:2001-10
ISO 16017-2	siehe	DIN EN ISO 16017-2
EN 13137	siehe	DIN EN ISO 13137

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 16000-6:2012-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) andere Sorbenzien als Tenax TA® dürfen verwendet werden;
- b) Beschreibungen von VVOC- und SVOC-Messungen wurden in den verbindlichen Teil des Dokuments aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 16000-6: 2004-12, 2012-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6141, *Gasanalyse — Inhalte von Zertifikaten für Kalibriergasgemische*

DIN EN ISO 6145 (alle Teile), *Gasanalyse — Herstellung von Kalibriergasgemischen mit Hilfe von dynamischen Verfahren*

DIN ISO 12219-1, *Innenraumluft von Straßenfahrzeugen — Teil 1: Gesamtfahrzeugprüfkammer — Spezifikation und Verfahren zur Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen in Fahrzeugkabinen*

DIN ISO 12219-2, *Innenraumluft von Straßenfahrzeugen — Teil 2: Screeningverfahren für die Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen aus Fahrzeuginnenraumausstattungssteilen — Probenbeutel-Verfahren*

DIN ISO 12219-3, *Innenraumluft von Straßenfahrzeugen — Teil 3: Screeningverfahren für die Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen aus Fahrzeuginnenraumausstattungssteilen — Mikroprüfkammer-Verfahren*

DIN ISO 12219-4, *Innenraumluft von Straßenfahrzeugen — Teil 4: Verfahren für die Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen aus Fahrzeuginnenraumausstattungssteilen — Kleinprüfkammer-Verfahren*

DIN ISO 12219-5, *Innenraumluft von Straßenfahrzeugen — Teil 5: Screeningverfahren für die Bestimmung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen aus Fahrzeuginnenraumausstattungssteilen - Statisches Prüfkammer-Verfahren*

DIN ISO 12219-6, *Innenraumluft von Straßenfahrzeugen — Teil 6: Verfahren für die Bestimmung von schwerflüchtigen organischen Verbindungen aus Fahrzeuginnenraumausstattungssteilen bei höheren Temperaturen — Kleinprüfkammer-Verfahren*

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

DIN EN ISO 16017-1:2001-10, *Innenraumluft, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 1: Probenahme mit einer Pumpe (ISO 16017-1:2000); Deutsche Fassung EN ISO 16017-1:2000*

DIN EN 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*

DIN EN ISO 13137, *Arbeitsplatzatmosphäre — Pumpen für die personenbezogene Probenahme von chemischen und biologischen Arbeitsstoffen — Anforderungen und Prüfverfahren*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146, *Air quality*, Unterkomitee SC 6, *Indoor air* erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 16000-6:2011), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- andere Sorbenzien als Tenax TA® dürfen verwendet werden;
- Beschreibungen von VVOC- und SVOC-Messungen wurden in den verbindlichen Teil des Dokuments aufgenommen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 16000 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

ISO 16000-1 legt allgemeine Anforderungen für die Messung von Innenraumluftverunreinigungen sowie die für die einzelnen Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen wichtigen Randbedingungen fest, die vor oder während der Probenahme zu beachten sind. Aspekte der Bestimmung (Probenahme und Analyse) und der Probenahmestrategie für spezifische Schadstoffe oder Schadstoffgruppen werden in anderen Teilen der ISO 16000 behandelt (siehe Vorwort).

ISO 16000-5 (VOC-Probenahmestrategie) ist ein Bindeglied zwischen ISO 16000-1 (einer Grundlagennorm, die die Grundsätze festlegt) und diesem Teil von ISO 16000, der sich mit der Probenahme und analytischen Messungen befasst.

ISO 16017 (siehe Abschnitt 2 und Literaturhinweis [8]) und ISO 12219 [3]-[7] behandeln ebenfalls die Messung von gasförmigen organischen Verbindungen in Luft.

Dieses Dokument kann zur Messung von gasförmigen organischen Verbindungen in Innenräumen, einschließlich Gebäuden mit unterschiedlichen Gestaltungen und Zwecken, sowie Kabinen für verschiedene Transportarten, sowie zur Messung in Emissionsprüfkammern für Produkte angewendet werden. Diese Messungen können für verschiedene Zwecke, wie in ISO 16000-1 und ISO 16000-5 beschrieben, anwendbar sein. Daher ist es möglich, dass die Anforderung für die Messung genau vom Auftraggeber festgelegt oder aber recht offen ist. Zum Beispiel könnte die Aufgabe darin bestehen, eine vorgegebene Liste chemischer Verbindungen mit einer festgelegten Probenahmedauer und Messempfindlichkeit zu bestimmen, oder die Ursache für ein gemeldetes und wenig verstandenes Problem mit der Innenraumluftqualität zu ermitteln. Der Anwender dieses Dokuments sollte abhängig von der Messaufgabe die geeignetsten Bedingungen und Geräte für Probenahme und Analyse auswählen. In diesem Dokument sind diese Informationen im normativen Teil gemeinsam mit weiteren informativen Hinweisen zusammengestellt. Bild 1 bezieht sich auf die wichtigsten Teile der Norm in Bezug auf die Auswahl der geeignetsten Methodik für die auszuführende Aufgabe. Tenax TA®¹ allein oder Multisorbenzien können verwendet werden, um den Bereich von gasförmigen organischen Verbindungen abzudecken. Multisorbenzien werden für breitere Bereiche verwendet und können die Wiederfindungsrate von Verbindungen verbessern.

¹ Tenax TA® ist die Herstellerbezeichnung des Produkts, hergestellt von Buchem. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieses Dokuments und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produkts durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu den gleichen Ergebnissen führen.

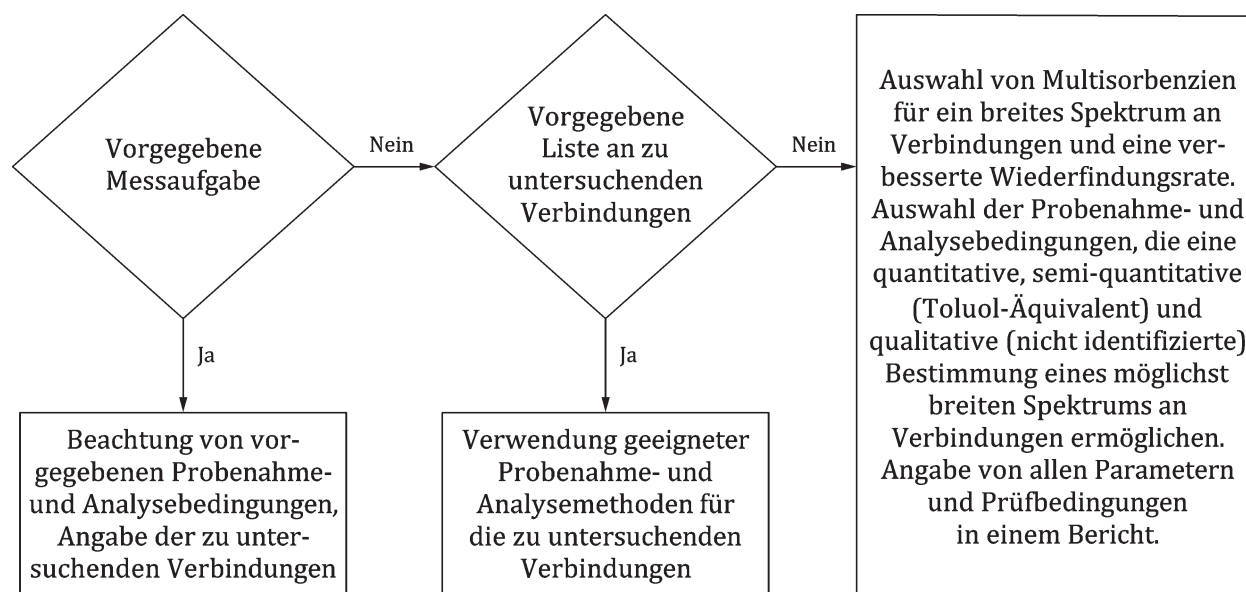


Bild 1 — Messschema mit den verschiedenen Arten der Untersuchung von Luftproben in Abhängigkeit von der entsprechenden Aufgabe einschließlich der zu untersuchenden Verbindungen

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen (VOC, en: volatile organic compounds) in der Innenraumluft sowie in der Luft von Prüfkammern und Prü fzellen zur Ermittlung der Emission aus im Innenraum (nach ISO 16000-1) verwendeten Produkten und Materialien fest. Das Verfahren basiert auf der Verwendung von Sorptionsröhrchen mit anschließender thermischer Desorption (TD) und gaschromatographischer (GC) Analyse, wobei eine Kapillarsäule und ein massenspektrometrischer (MS) Detektor mit oder ohne zusätzlichem Flammenionisationsdetektor (FID) eingesetzt werden [13].

Das Verfahren eignet sich für Messungen der meisten GC-kompatiblen gasförmigen organischen Verbindungen im Massenkonzentrationsbereich von Mikrogramm je Kubikmeter bis hin zu mehreren Milligramm je Kubikmeter. Viele leichtflüchtige organische Verbindungen (VVOC) (en: very volatile organic compounds) und schwerflüchtige organische Verbindung (SVOC) (en: semi-volatile organic compounds) können je nach verwendeten Sorbenzien analysiert werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 16000-1, *Indoor air — Part 1: General aspects of sampling strategy*

EN 13137, *Arbeitsplatzatmosphäre — Pumpen für die personenbezogene Probehnahme von chemischen und biologischen Arbeitsstoffen – Anforderungen und Prüfverfahren*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

schwerflüchtige organische Verbindung

SVOC, en: semi-volatile organic compound

organische Verbindung, die aus einer gaschromatographischen Trennsäule, die als gaschromatographische Kapillarsäule mit 5 %-Phenyl- und 95 %-Methylpolysiloxan-Phase festgelegt ist, nach n-Hexadecan eluiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Dampfanteil von SVOC mit einer Volatilität bis n-C₄₄ kann auch durch TD-GC-MS analysiert werden, jedoch sind zur optimalen Leistung besondere Probenahme- und Analysebedingungen erforderlich [22, 25].

3.2

flüchtige organische Verbindung

VOC, en: volatile organic compound

organische Verbindung, die aus einer gaschromatographischen Trennsäule, die als gaschromatographische Kapillarsäule mit 5 %-Phenyl- und 95 %-Methylpolysiloxan-Phase festgelegt ist, zwischen n-Hexan und einschließlich n-Hexadecan eluiert

3.3

leichtflüchtige organische Verbindung

VVOC, en: very volatile organic compound

organische Verbindung, die aus einer gaschromatographischen Trennsäule, die als gaschromatographische Kapillarsäule mit 5 %-Phenyl- und 95 %-Methylpolysiloxan-Phase festgelegt ist, vor n-Hexan eluiert

3.4

Summe flüchtiger organischer Verbindungen

TVOC, en: total volatile organic compound

Summe der Konzentrationen identifizierter und nicht identifizierter *flüchtiger organischer Verbindungen*, wie sie in 3.2 definiert werden, und berechnet wie in Anhang A angegeben

3.5

Summe schwerflüchtiger organischer Verbindungen

TSVOC, en: total semi-volatile organic compound

Summe der Konzentrationen identifizierter und nicht identifizierter *schwerflüchtiger organischer Verbindungen*, wie sie in 3.1 definiert werden, und berechnet wie in Anhang A angegeben

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Grenzwert für die Flüchtigkeit von SVOC, die in der Summe TSVOC enthalten sind, kann in der spezifischen Aufgabenliste festgelegt werden.

3.6

zu untersuchende Verbindung

einzelne gasförmige Verbindung in Innenraumluft mit einer Konzentration, die als Ergebnis dieses Verfahrens quantitativ bestimmt und festgehalten wird

3.7

Aufgabenliste

spezielle Liste mit Anforderungen an Probenahme und Analyse, die vor Prüfung festgelegt und im Ergebnisbericht mit angegeben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Anforderungen können eine spezielle Liste der zu untersuchenden Verbindungen mit oder ohne zugehörige Grenzwertkriterien umfassen und/oder Untersuchungen der Unbekannten fordern. Sie können zudem eine besondere Kontrolle von Aspekten wie Ort, Dauer und Häufigkeit der Probenahme umfassen.

3.8

Laborblindprobe

gereinigtes Sorptionsröhrchen aus der für jede Probenahmereihe ausgewählten Charge, das im Labor aufbewahrt wird und während der gesamten Probenahmereihe mit Langzeitlagerungskappen verschlossen ist, und als Blindprobenröhrchen verwendet werden soll

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Röhrchen werden mit den beprobten Röhrchen analysiert.

3.9

Feldblindprobe

gereinigtes Sorptionsröhrchen aus der für die Probenahmereihe verwendeten Charge, das im Feld genauso gehandhabt wird wie die Probenröhrchen, einschließlich Entfernen und Wiederaufbringen von Lagerungskappen, jedoch nicht zur Probenahme verwendet wird

3.10

interner Standard

Verbindung bekannter Konzentration, die einer Probe hinzugefügt wird, um die qualitative Identifizierung und/oder quantitative Bestimmung der Probenverbindungen zu ermöglichen

4 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen:

FID	Flammenionisationsdetektor (en: flame ionisation detector)
GC	Gaschromatograph (en: gas chromatograph)
MS	Massenspektrometer (en: mass spectrometer)
SVOC	schwerflüchtige organische Verbindungen (en: semi-volatile organic compounds)
TD	thermische Desorption (en: thermal desorption)
TIC	Total-Ionenchromatogramm (en: total ion chromatogram)
TSVOC	gesamte schwerflüchtige organische Verbindungen (en: total semi-volatile organic compounds)
TVOC	gesamte flüchtige organische Verbindungen (en: total volatile organic compounds)
VOC	flüchtige organische Verbindungen (en: volatile organic compounds)
VVOC	leichtflüchtige organische Verbindungen (en: very volatile organic compounds)

5 Kurzbeschreibung

Ein definiertes Probengasvolumen wird aktiv aus der Innenraumluft, Fahrzeuginnenraumluft, einer Prüfkammer (siehe ISO 16000-9, ISO 12219-4, ISO 12219-6) oder einer Emissionsprüfzelle (siehe ISO 16000-10) gezogen und über ein (oder mehrere) Sorptionsröhrchen geführt. VOC, VVOC und SVOC werden in dem Sorptionsröhrchen zurückgehalten. Anschließend werden die Verbindungen im Labor analysiert, um die Identität, die zurückgehaltene Masse und die zugehörige Luftkonzentration von so vielen einzelnen Verbindungen wie in der entsprechenden Aufgabenstellung gefordert zu bestimmen. Abhängig vom Umfang der zu untersuchenden Verbindungen wird/werden das/die geeignetste(n) Sorptionsröhrchen, Probenahme- und Analysebedingungen angewendet. Die gesammelten Verbindungen werden thermisch desorbiert und über eine Fokussierfalle mithilfe eines inerten Trägergasstroms in einen Gaschromatographen überführt. Der Gaschromatograph ist mit einer Kapillarsäule und einem Massenspektrometer mit oder ohne einen zusätzlichen Flammenionisationsdetektor (FID) ausgerüstet.

6 Reagenzien und Materialien

6.1 Organische Verbindungen zur Kalibrierung mit einem zur Gaschromatographie geeigneten Reinheitsgrad

6.2 Lösemittel zur Verdünnung, zur Herstellung von Kalibrierlösungen für die Dotierung von Flüssigkeiten. Das Lösemittel muss einen für die Chromatographie geeigneten Reinheitsgrad aufweisen und muss frei von Verbindungen sein, die mit der/den zu untersuchenden Verbindung(en) co-eluierten (6.1).

6.3 Feste Sorbenzien

6.3.1 Allgemeines

Mehrere Sorbenzien, die für thermische Desorption geeignet sind, sind im Handel erhältlich. Sie sind verfügbar in verschiedenen Stärken von stark retardierenden Sorbenzien zum Zurückhalten und Freisetzen von VVOC bis zu sehr schwachen Sorbenzien zur quantitativen Probenahme und Freisetzung von SVOC. Bei bestimmten Sorbenzien beträgt die entsprechende Korngröße 0,18 mm bis 0,60 mm (30 mesh bis 80 mesh). Eine detaillierte Liste mit Sorbenzien ist in Anhang D enthalten.

6.3.2 Quarzwolle oder Glas-/Quarzkügelchen, von hoher Reinheit (d. h. sie führen nicht zu analytisch signifikanten Artefakten) und neigen nicht zur Partikelbildung.

6.3.3 Poröse Polymere, d. h. Tenax TA® mit einer Partikelgröße von etwa 0,25 mm bis etwa 0,6 mm (30 mesh bis 60 mesh). Bei Tenax TA® handelt es sich um ein poröses Polymer, das auf 2,6-Diphenylenoxid basiert. Kommerzielles Tenax TA® enthält gewisse Mengen an Verunreinigungen, die vor der Verwendung für die Luftprobenahme entfernt werden müssen.

6.3.4 „Carbon black“-Sorbenzien, wie Carboxpack X®² oder Carbograph 5 TD®³, Partikelgröße 0,25 mm bis 0,5 mm (40 mesh bis 60 mesh). Hydrophobe Kohlenstoff-Sorbenzien, geeignet für VOC und VVOC mit Dampfdrücken unterhalb von denen, die für C₄-Kohlenwasserstoffverbindungen typisch sind.

6.3.5 Kohlenstoff-Molekularsiebe (sehr starke Sorbenzien) können auch für die Abscheidung der VVOC – mit Dampfdrücken über solchen, die typisch für C₄-Kohlenwasserstoffe sind – am Ende des Sorptionsröhrchens verwendet werden, das sich nicht an der Probenahmeseite befindet. Es ist aber anzumerken, dass diese Sorbenzien nicht vollständig hydrophob sind. Daher besteht bei Verwendung solcher Sorbenzien die Notwendigkeit, das Sorptionsröhrchen vor der Analyse in Probenahmerichtung trocken zu spülen.

6.4 Dotierung von Kalibrier-Sorptionsröhrchen

So viele identifizierte Substanzen wie möglich, oder wie erforderlich, sollten mit Original-Referenzverbindungen kalibriert werden. Die Standards sollten entweder flüssig oder gasförmig am Probenahmeende der konditionierten Sorptionsröhrchen aufgegeben werden.

6.4.1 Gasförmige Standards

Prüfgase mit bekannten Konzentrationen der zu untersuchenden Verbindung(en) müssen durch ein anerkanntes Verfahren, z. B. nach ISO 6141 [1] oder ISO 6145 [2] hergestellt werden. Typische Konzentrationen betragen etwa 100 µg/m³, aber die Höhen schwanken je nach Prüfanforderung. Alternativ müssen Gasstandards der entsprechenden Qualität und Konzentration im Handel erworben werden.

Falls die Konzentration in einem hergestellten Prüfgas nicht auf Primärstandards rückverfolgbar ist und/oder falls die Inertheit und Stabilität der hergestellten Gase nicht zugesichert werden kann, muss die Konzentration durch ein unabhängiges Verfahren bestätigt werden.

ANMERKUNG Die Herstellung von gasförmigen Standards von reaktiven und/oder hochsiedenden Verbindungen kann besonders schwierig sein. Eine häufige Messung des Standards ist erforderlich.

² Carboxpack X® ist die Herstellerbezeichnung des Produkts, hergestellt von Supelco. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieses Dokuments und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produkts durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu den gleichen Ergebnissen führen.

³ Carbograph 5 TD® ist die Herstellerbezeichnung des Produkts, hergestellt von Lara. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieses Dokuments und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produkts durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu den gleichen Ergebnissen führen.

6.4.2 Beladung von Sorptionsröhrchen mit gasförmigen Standards

Ein bekanntes Volumen Prüfgas oder Gasstandard wird am Probenahmeende durch ein gereinigtes Sorptionsröhrchen gezogen, z. B. mittels einer mit 50 ml/min arbeitenden Pumpe.

Das gesammelte Volumen des gasförmigen Standards darf das Durchbruchsvolumen des Sorptionsröhrchens für keine der zu untersuchenden Verbindungen überschreiten.

Die Sorptionsröhrchen sind nach der Beladung abzutrennen und anschließend zu verschließen. Mit jeder Probencharge sind neue Kalibrier-Sorptionsröhrchen herzustellen. Die Sorptionsröhrchen sind für Innenraumluft- und Prüfkammernmessungen mit z. B. 100 ml, 200 ml, 400 ml, 1 l, 2 l, 4 l oder 10 l des ausgewählten Prüfgases mit einer Konzentration von 100 µg/m³ zu beladen.

6.4.3 Kalibrierlösungen für die Dotierung mit Flüssigkeiten

Die Konzentrationen von Standardlösungen schwanken je nach Prüfanforderungen. Die ausgewählte(n) Verbindung(en) muss/müssen je nach Systemempfindlichkeit und ausgewählten Analysebedingungen (z. B. Splitverhältnisse) als flüssiger Standard in einem Lösemittel mit für die Chromatographie geeigneter Reinheit (z. B. in Methanol) in einer geeigneten Konzentration – typischerweise zwischen 10 ng/µl und 1 000 ng/µl – hergestellt oder erworben werden. Mittels einer geeigneten Injektionsspritze hinreichender Genauigkeit müssen Aliquote des Prüfgemisches wie beschrieben mit einem Volumen von 1 µl in einem Strom von inertem Trägergas am Probenahmeende der Sorptionsröhrchen, wie in 6.4.4 beschrieben, aufgegeben werden. 1 µl ist das vorgeschlagene Volumen, es sei denn, das Lösemittel kann selektiv und effizient ausgespült werden, ohne einen Durchbruch der flüchtigsten der zu untersuchenden Verbindung(en) zu riskieren.

Die Stabilität und die abgesicherten Standzeiten von Mischungen der Kalibrierlösungen müssen bestimmt werden. Neue Kalibrierlösungen müssen entsprechend der Beschreibung oder dann hergestellt werden, wenn Anzeichen für eine Veränderung vorliegen, z. B. bei Kondensationsreaktionen zwischen Alkoholen und Ketonen.

6.4.4 Beladung von Sorptionsröhrchen mit Kalibrierlösungen

Das Probenahmeende eines Sorptionsröhrchens wird an die unbeheizte Injektionseinheit des Gaschromatographen (GC) (siehe 7.6) angeschlossen, durch die das Spülgas mit einem Gasvolumenstrom von (100 ± 10) ml/min zusammen mit einem Aliquot von höchstens 1 µl einer geeigneten Kalibrierlösung, das durch das Septum aufgegeben wird, strömt. Nach 5 min wird das Röhrchen abgeklemmt und verschlossen. Die Kalibrier-Sorptionsröhrchen sind mit jeder Probencharge neu herzustellen.

ANMERKUNG 1 Es ist schwieriger, Lösemittel selektiv aus Multisorptionsröhrchen zu entfernen, insbesondere aus solchen, die starke Sorbenzien enthalten. Für stärkere Sorbenzien und Multisorbenzien werden geringere Injektionsvolumen empfohlen.

Die optimale Methode bei der Dotierung der Sorptionsröhrchen mit Kalibrierlösungen ist die Aufgabe der Kalibrierlösungen mit Hilfe eines GC-Injektors, da die Verbindungen auf diese Weise das Sorbensbett in der Gasphase erreichen.

Die Kalibrierlösungen sollten bei kontrollierter Umgebungstemperatur hergestellt werden. Vor dem Gebrauch sind die Lösungen entsprechend zu temperieren.

ANMERKUNG 2 Bei der Herstellung von Kalibrier-Sorptionsröhrchen aus Kalibrierlösungen, die SVOC-Verbindungen enthalten, wird die effiziente Übertragung verbessert, wenn die Konfiguration des Injektors es ermöglicht, dass mit der Spritzenspitze ein behutsamer Kontakt mit dem Sorbensfixiersystem (z. B. Gaze oder Fritte) am Probenahmeende des Sorptionsröhrchens hergestellt werden kann.

ANMERKUNG 3 Es ist wichtig, ein Injektionsvolumen der Kalibrierlösung von jeweils 1 µl oder weniger zu verwenden, es sei denn, das Lösemittel kann vor der Analyse selektiv aus dem Sorptionsröhrchen gespült werden. Kleine Injektionsvolumina halten die Unterschiede zwischen den Kalibrierlösungen und den Proben während der Analyse möglichst gering, wodurch sich die Unsicherheit entsprechend verringert.