

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 16000-6:2004-12

**Innenraumluchtverunreinigungen –
Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumlucht und in Prüfkammern,
Probenahme auf Tenax TA®, thermische Desorption und
Gaschromatographie mit MS oder MS-FID (ISO 16000-6:2011)**

Indoor air –

Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID (ISO 16000-6:2011)

Air intérieur –

Partie 6: Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et chambres d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA®, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS ou MS-FID (ISO 16000-6:2011)

Gesamtumfang 40 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	6
Einleitung.....	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Kurzbeschreibung	11
5 Reagenzien und Materialien	11
6 Geräte.....	13
7 Reinigung und Lagerung der Sorptionsröhrchen	15
7.1 Reinigung	15
7.2 Lagerung der gereinigten Sorptionsröhrchen vor der Probenahme.....	15
8 Probenahme	15
8.1 Probenahme von Innenraumlufte.....	15
8.2 Probenahme von Prüfkammerluft	16
8.3 Probenahmenvolumen	16
8.4 Lagerung beladener Proben	16
8.5 Feldblindproben.....	16
9 Analyse	17
9.1 Allgemeines	17
9.2 Thermische Desorption.....	17
9.3 Temperaturprogramm	18
9.4 Analyse der Sorptionsröhrchen	18
10 Identifizierung einzelner VOC.....	18
11 Massenkonzentration der zu untersuchenden Verbindungen in der Probenluft.....	18
11.1 Allgemeines	18
11.2 Flüchtige organische Verbindungen	18
11.3 Gesamte flüchtige organische Verbindungen (TVOC).....	20
11.4 VVOC- und SVOC-Verbindungen, die außerhalb des TVOC Bereiches liegen	20
12 Verfahrenskenngrößen	20
13 Prüfbericht.....	21
14 Qualitätssicherung	22
Anhang A (informativ) Beispiele für Verbindungen, die in der Innenraumlufte und in Prüfkammern durch die Emission aus Bauprodukten gefunden wurden	23
Anhang B (informativ) Sicherheits-Probenahmenvolumina für ausgewählte auf Tenax TA [®] gesamelte organische Gase	28
Anhang C (informativ) Wiederfindungsrate von Lösemitteln in Tenax TA [®] -Sorptionsröhrchen, nach der Lagerung.....	31
Anhang D (informativ) Bestimmung von leichtflüchtigen und schwerflüchtigen organischen Verbindungen (VVOC und SVOC) bei Anwesenheit von VOC	33
Literaturhinweise	39

Nationales Vorwort

Internationale Technische Regelsetzung zum Innenraumluftbereich

ISO 16000-6 wurde im Unterkomitee (SC) 6 „Indoor air“ in der Arbeitsgruppe 3 „Determination of volatile organic compounds (VOC) in indoor air“ des Technischen Komitees ISO/TC 146 „Air quality“ erarbeitet. Das Sekretariat des SC 6 liegt bei Deutschland. An der Erstellung dieser Norm war der Fachbereich 4 „Umweltmesstechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN-Normenausschuss KRdL beteiligt. Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 134-04-04-01-06 AK „Spiegelgremium zu ISO/TC 146/SC 6/WG 3, WG 11 und WG 12 Messen von VOC“.

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit Inch, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheit dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheit anwenden.

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 in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 16000-1 siehe DIN EN ISO 16000-1

ISO 16017-1 siehe DIN EN ISO 16017-1

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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:

- 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 in 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 ISO 16000-6, *Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf Tenax TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mittels MS oder MS-FID*

- 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 polychlorierter 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 ISO 16000-19, *Probenahmestrategie für Schimmelpilze*
- DIN ISO 16000-21, *Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme von Materialien*
- DIN ISO 16000-23, *Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von Formaldehyd durch sorbierende Baumaterialien*
- DIN ISO 16000-24, *Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von flüchtigen organischen und Carbonylverbindungen ohne Formaldehyd durch sorbierende Baumaterialien*
- DIN ISO 16000-25, *Bestimmung der Emission von schwerflüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten — Mikro-Prüfkammerverfahren*
- DIN ISO 16000-26, *Probenahmestrategie für Kohlendioxid (CO₂)*
- 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 ISO 16000-32, *Untersuchung von Gebäuden auf Schadstoffe und andere schädliche Faktoren — Erkundung*

Folgende Teile sind in Vorbereitung:

- DIN ISO 16000-20, *Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Bestimmung der Gesamtsporenanzahl*
- DIN ISO 16000-27, *Standardverfahren für die quantitative Analyse von Asbestfasern in abgelagertem Staub*

Folgender Teil ist geplant:

- DIN ISO 16000-22, *Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Molekularbiologische Verfahren*

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 16000-6:2004-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Neben kleineren Änderungen wurde der Anhang D zur Bestimmung von VVOC und SVOC neben den VOC — durch zusätzliche Anwendung von weiteren Sorbenzien bei der Probenahme — neu aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 16000-6: 2004-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 5492, *Sensorische Analyse — Vokabular*

DIN EN ISO 8589, *Sensorische Analyse — Allgemeiner Leitfaden für die Gestaltung von Prüfräumen*

DIN 50014, *Klimate und ihre technische Anwendung — Normalklimate*

DIN EN ISO 8199, *Wasserbeschaffenheit — Allgemeine Anleitung zur Zählung von Mikroorganismen durch Kulturverfahren*

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

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

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

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

DIN ISO 12219-4, *Innenraumlufte von Straßenfahrzeugen — Teil 4: Verfahren für die Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen aus Fahrzeuginnenraumausrüstungsteilen — Kleine-Prüfkammer-Verfahren*

DIN ISO 12219-5, *Innenraumlufte von Straßenfahrzeugen — Teil 5: Verfahren für die Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen aus Fahrzeuginnenraumausrüstungsteilen — Statische-Prüfkammer-Verfahren*

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*

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*

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 Innenraumluft — 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 Innenraumluft — Messen von polychlorierten Biphenylen (PCB) — HR-GC/HR-MS-Verfahren für coplanare PCB*

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

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

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

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

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

VDI 4252 Blatt 2, *Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft — Aktive Probenahme von Bioaerosolen — Abscheidung von luftgetragenen Schimmelpilzen auf Gelatine/Polycarbonat-Filtern*

VDI 4253 Blatt 2, *Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft — Verfahren zum kulturellen Nachweis der Schimmelpilzkonzentrationen in der Luft — Indirektes Verfahren nach Probenahme auf Gelatine/Polycarbonat-Filtern*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VDI 4300 Blatt 11, *Messen von Innenraumluftverunreinigungen — Messstrategie für die Erfassung von luftgetragenen Partikeln im Innenraum — Partikel mit einem Äquivalentdurchmesser < 2,5 μ m*

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

VDI 4301 Blatt 2, *Messen von Innenraumluftverunreinigungen — 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 Piperonylbutoxid in Luft, Hausstaub und Lösemittel-Wischproben*

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

VDI 4301 Blatt 6, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messen von Phthalaten mit GC/MS*

Folgende VDI-Richtlinien sind in Vorbereitung:

VDI 4301 Blatt 7, *Messen von Innenraumluchtverunreinigungen — Messen von Carbonsäuren*

VDI 2464 Blatt 4, *Messen von Immissionen; Messen von Innenraumluft — Messen von persistenten, schwerflüchtigen Organohalogenverbindungen*

Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS/FID

Einleitung

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

In Teil 5 der ISO 16000 wird die Messstrategie für VOC-Messungen in der Innenraumluft behandelt. Die Norm ist ein Bindeglied zwischen der ISO 16000-1 und dem analytischen Messverfahren, das in diesem Teil der ISO 16000 beschrieben wird.

ISO 16017 (siehe Abschnitt 2 und Literaturhinweis [8]) und ISO 12219^{[3]–[7]} behandeln ebenfalls Messverfahren von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC).

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 16000 gibt Handlungsanweisungen für ein Verfahren zur Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) in der Innenraumluft sowie in der Luft von Prüfkammern und Prü fzellen zur Ermittlung der VOC-Emission aus Bauprodukten und Baumaterialien und anderen im Innenraum verwendeten Produkten. Das Verfahren basiert auf der Verwendung von Tenax TA^{®1)} mit anschließender thermischer Desorption (TD) der Verbindungen und gaschromatographischer (GC) Analyse^[13], wobei Kapillarsäulen oder Säulen und ein Flammenionisationsdetektor (FID) und/oder ein massenspektrometrischer Detektor eingesetzt werden.

Das Verfahren eignet sich für Messungen nicht polarer und schwach polarer VOC im Massenkonzentrationsbereich von weniger als einem Mikrogramm pro Kubikmeter bis hin zu mehreren Milligramm pro Kubikmeter. Bei Zugrundelegung der prinzipiellen Vorgehensweisen können mit dem Verfahren auch einige leichtflüchtige organische Verbindungen (VVOC) und schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC) analysiert werden (siehe Anhang D).

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 16000-1, *Indoor air — Part 1: General aspects of sampling strategy*

ISO 16017-1:2000, *Indoor, ambient and workplace air — Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography — Part 1: Pumped sampling*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 schwerflüchtige organische Verbindung

SVOC

organische Verbindung mit einem Siedepunkt im Bereich von (240 °C bis 260 °C) bis (380 °C bis 400 °C)

ANMERKUNG 1 Diese Klassifizierung wurde von der Weltgesundheits-Organisation festgelegt^[14].

ANMERKUNG 2 Die Siedepunkte mehrerer Verbindungen sind schwierig oder gar nicht zu bestimmen, da sie sich vor dem Sieden bei Atmosphärendruck zersetzen. Der Dampfdruck ist ein anderes Kriterium zur Klassifizierung der Flüchtigkeit einer Verbindung, das zur Klassifizierung organischer Verbindungen herangezogen werden kann^[15].

3.2 flüchtige organische Verbindung

VOC

organische Verbindung mit einem Siedepunkt im Bereich von (50 °C bis 100 °C) bis (240 °C bis 260 °C)

ANMERKUNG 1 Diese Klassifizierung wurde von der Weltgesundheits-Organisation festgelegt^[14].

ANMERKUNG 2 Die Siedepunkte mehrerer Verbindungen sind schwierig oder gar nicht zu bestimmen, da sie sich vor dem Sieden bei Atmosphärendruck zersetzen. Der Dampfdruck ist ein anderes Kriterium zur Klassifizierung der Flüchtigkeit einer Verbindung, das zur Klassifizierung organischer Verbindungen herangezogen werden kann^[15].

1) Tenax TA[®] ist die Herstellerbezeichnung des Produktes, hergestellt von Buchem. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieser Norm und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produktes durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu identischen Ergebnissen führen.

3.3 leichtflüchtige organische Verbindung

VVOC

organische Verbindung mit einem Siedepunkt im Bereich von $< 0\text{ °C}$ bis (50 °C bis 100 °C)

ANMERKUNG 1 Diese Klassifizierung wurde von der Weltgesundheits-Organisation festgelegt^[14].

ANMERKUNG 2 Die Siedepunkte mehrerer Verbindungen sind schwierig oder gar nicht zu bestimmen, da sie sich vor dem Sieden bei Atmosphärendruck zersetzen. Der Dampfdruck ist ein anderes Kriterium zur Klassifizierung der Flüchtigkeit einer Verbindung, das zur Klassifizierung organischer Verbindungen herangezogen werden kann^[15].

3.4 gesamte flüchtige organische Verbindungen

TVOC

Summe flüchtiger organischer Verbindungen, die auf Tenax TA[®] gesammelt und zwischen und einschließlich *n*-Hexan und *n*-Hexadecan auf einer nicht-polaren Säule eluiert werden. Die Verbindungen werden mit dem Flammenionisations-Detektor (TVOC_{FID}) oder dem Massenspektrometer als Detektor (TVOC_{MS}) nachgewiesen. Die Angaben der Messergebnisse erfolgen als „Toluol-Äquivalente“, indem die Gesamtfläche des Chromatogramms auf das analytische Fenster des Toluols bezogen wird

ANMERKUNG Während in diesem Teil der ISO 16000 die Bestimmung individueller VOC beschrieben wird, ist es gängige Praxis einen einzigen Konzentrationswert zu generieren, um die Gesamtmasse an VOC in der Luft zu charakterisieren. Dieser Wert wird als TVOC-Wert bezeichnet (siehe 11.3 und Abschnitt 13). Es sollte betont werden, dass der so erhaltene TVOC-Wert von der angewendeten Probenahme und den analytischen Verfahren abhängt. Daher sollte der TVOC-Wert nur unter Zugrundelegung der vollen Beschreibung dieser Verfahren interpretiert werden.

4 Kurzbeschreibung

Ein genau bestimmtes Probengasvolumen wird aus der Raumluft oder einer Prüfkammer (siehe ISO 16000-9) oder einer Prüfzelle (siehe ISO 16000-10) gezogen und über ein (oder mehrere) Sorptionsröhrchen, das mit Tenax TA[®] gefüllt ist, geführt. Die flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) werden in dem Sorptionsröhrchen zurückgehalten. Die Analyse des Sorptionsröhrchens erfolgt anschließend im Laboratorium. Die gesammelten VOC werden thermisch von dem Sorptionsröhrchen desorbiert und über eine Kühlfalle oder eine mit Sorbens gefüllte Falle mithilfe eines inerten Trägergasstroms in einen Gaschromatographen gespült. Der Gaschromatograph ist mit einer Kapillarsäule bzw. Kapillarsäulen und einem Flammenionisations-Detektor und/oder einem Massenspektrometer als Detektor ausgerüstet.

5 Reagenzien und Materialien

5.1 Flüchtige organische Verbindungen zur Kalibrierung, Reinheitsgrad: „Für die Chromatographie“.

5.2 Lösemittel zur Verdünnung, zur Herstellung von Mischungen von Kalibrierlösungen für die Dotierung von Flüssigkeiten. Das Lösemittel sollte den Reinheitsgrad „für die Chromatographie“ aufweisen. Es muss frei von Verbindungen sein, die mit der/den zu untersuchenden Verbindung(en) co-eluierten (5.1).

ANMERKUNG In den meisten Fällen ist es von Vorteil ein Lösemittel zur Verdünnung zu verwenden, das beträchtlich flüchtiger als das zu analysierende VOC ist. Methanol erfüllt üblicherweise dieses Kriterium. Die Gesundheits- und Sicherheitsdaten für die organischen Verbindungen sind zum Beispiel in International Chemical Safety Cards (ICSCS)^[24] wiedergegeben.

5.3 Tenax TA[®], Korngröße von 0,18 mm bis 0,25 mm (60 mesh bis 80 mesh).

Beim Tenax TA[®] handelt es sich um ein poröses Polymer, das auf dem 2,6-Diphenylenoxid basiert. Kommerzielles Tenax TA[®] enthält gewisse Mengen an Verunreinigungen, die vor der Verwendung für die VOC-Probenahme entfernt werden müssen. Die Reinigung ist durch thermische Behandlung des Tenax TA[®] unter Verwendung eines Trägergasvolumenstroms (gereinigtes Trägergas) durchzuführen. Die Reinigungsbedingungen sind so zu wählen, dass keine Zersetzung des Polymers stattfindet, z. B. bei einer Temperatur von 300 °C über wenigstens 10 h, wobei ein Trägergasvolumenstrom von 50 ml/min bis 100 ml/min für gepackte Sorptionsröhrchen eingestellt wird. Das vorgereinigte Tenax TA[®] ist in die Sorptionsröhrchen einzufüllen und dicht verschlossen in einem geschlossenen, emissionsfreien Behälter zu lagern. Der Reinheitsgrad ist durch Analyse des gereinigten Tenax TA[®] zu prüfen.

ANMERKUNG Vorgepackte, konditionierte (gereinigte) und verschlossene Sorptionsröhrchen sind kommerziell erhältlich.

5.4 Prüfgase, mit bekannten Konzentrationen von der zu untersuchenden Verbindung(en), hergestellt durch ein anerkanntes Verfahren. Geeignete Verfahren sind in ISO 6141^[1] und in den entsprechenden Teilen der ISO 6145^[2] beschrieben.

Die Prüfgase sind mit einer Konzentration von etwa $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ herzustellen. Falls bei dem Herstellungsverfahren zur Einstellung der jeweiligen Konzentrationen die volle Rückverfolgbarkeit auf die Primärstandards Masse und/oder Volumen nicht sichergestellt ist oder falls die chemische Inertheit des Herstellungssystems nicht zugesichert werden kann, müssen die Konzentrationen durch ein anerkanntes Messverfahren bestätigt werden.

5.5 Kalibrier-Sorptionsröhrchen, beladen durch Dotierung mit Prüfgasen (5.4) und hergestellt, indem ein genau bekanntes Volumen des Prüfgases durch das Sorptionsröhrchen, z. B. mit Hilfe einer Pumpe, gezogen wird.

Das gesammelte Volumen darf das Durchbruchvolumen der Sorbenzienkombination nicht überschreiten. Die Kalibrier-Sorptionsröhrchen sind nach der Beladung abzutrennen und anschließend zu verschließen. Mit jeder Probencharge sind neue Kalibrier-Sorptionsröhrchen herzustellen. Die Kalibrier-Sorptionsröhrchen sind für Innenraumluf- 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 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu beladen.

5.6 Mischungen von Kalibrierlösungen, für die Dotierung mit Flüssigkeiten.

5.6.1 Allgemeines. 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. Die geeigneten Konzentrationen der Kalibrierlösungen hängen von den erwarteten Konzentrationen der zu untersuchenden Verbindungen bei jeder Probenserie ab. In 5.6.2 bis 5.6.6 werden Beispiele für die Herstellung der Lösungen für einen Anwendungsbereich angegeben.

5.6.2 Lösung mit einer Massenkonzentration von ungefähr 10 mg/ml jeder flüssigen Komponente. 50 ml des Lösemittels zur Verdünnung sind in einem 100-ml-Messkolben vorzulegen. Ungefähr 1 g der zu untersuchenden Verbindung oder Verbindungen ist genau in den 100-ml-Messkolben einzuwiegen, wobei mit der Verbindung, die die geringste Flüchtigkeit aufweist, zu beginnen ist. Mit dem Lösemittel zur Verdünnung ist auf 100 ml aufzufüllen; der Messkolben ist zu verschließen und zu schütteln.

5.6.3 Lösung mit einer Massenkonzentration von ungefähr 1 000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ jeder flüssigen Komponente. 50 ml des Lösemittels zur Verdünnung sind in einem 100-ml-Messkolben vorzulegen und 10 ml der in 5.6.2 beschriebenen Lösung hinzuzugeben. Mit dem Lösemittel zur Verdünnung ist auf 100 ml aufzufüllen; der Messkolben ist zu verschließen und zu schütteln.

5.6.4 Lösung mit einer Massenkonzentration von ungefähr 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ jeder flüssigen Komponente. 50 ml des Lösemittels zur Verdünnung sind in einem 100-ml-Messkolben vorzulegen und 10 ml der in 5.6.3 beschriebenen Lösung hinzuzugeben. Mit dem Lösemittel zur Verdünnung ist auf 100 ml aufzufüllen; der Messkolben ist zu verschließen und zu schütteln.

5.6.5 Lösung mit einer Massenkonzentration von ungefähr 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ jeder flüssigen Komponente. 50 ml des Lösemittels zur Verdünnung sind in einem 100-ml-Messkolben vorzulegen und 10 ml der in 5.6.4 beschriebenen Lösung hinzuzugeben. Mit dem Lösemittel zur Verdünnung ist auf 100 ml aufzufüllen; der Messkolben ist zu verschließen und zu schütteln.

5.6.6 Lösung mit einer Massenkonzentration von ungefähr 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ jeder flüssigen Komponente. 50 ml des Lösemittels zur Verdünnung sind in einem 100-ml-Messkolben vorzulegen und 10 ml der in 5.6.5 beschriebenen Lösung hinzuzugeben. Mit dem Lösemittel zur Verdünnung ist auf 100 ml aufzufüllen; der Messkolben ist zu verschließen und zu schütteln.

5.7 Kalibrier-Sorptionsröhrchen, beladen durch Dotierung, hergestellt, indem aliquote Anteile der Kalibrierlösungen in das noch unbeladene Sorptionsröhrchen injiziert werden.

Das Sorptionsröhrchen wird an die unbeheizte Injektionseinrichtung des Gaschromatographen (GC) (siehe 6.10) angeschlossen, durch die das Spülgas mit einem Gasvolumenstrom von 100 ml/min zusammen mit einem Aliquot von 1 μl bis 5 μl der betreffenden Kalibrierlösung, das durch das Septum aufgegeben wird, strömt. Nach 5 min ist das Kalibrier-Sorptionsröhrchen abzuklemmen und zu verschließen. Die Kalibrier-Sorptionsröhrchen sind mit jeder Probencharge neu herzustellen.