

DIN EN 16516

ICS 13.040.20; 91.100.01

Entwurf

Einsprüche bis 2015-08-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN CEN/TS 16516
(DIN SPEC 18023):2013-12

**Bauprodukte –
Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen –
Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16516:2015**

Construction products –
Assessment of release of dangerous substances –
Determination of emissions into indoor air;
German and English version prEN 16516:2015

Produits de construction: Evaluation de l'émission de substances dangereuses –
Détermination des émissions dans l'air intérieur;
Version allemande et anglaise prEN 16516:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-06-12 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 online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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

Gesamtumfang 120 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)
Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16516:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 351 „Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-53-02 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NABau/KRdL: Innenraumluft (SpA zu CEN/TC 351/WG 2)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 16516 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN CEN/TS 16516 (DIN SPEC 18023):2013-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Präzisierungen zur Kalibrierung, Quantifizierung und Qualitätssicherung der VOC-Analysen hinzugefügt (Einführung von TVOC-Definitionen, Darstellung und Auswertung von komplexen Gemischen, Überprüfung des Analysesystems mit spezifischen VOC-Gemischen);
- b) alter Anhang D (Entnahme von Proben) ersatzlos gestrichen;
- c) alter Anhang H (Übersicht über vorhandene gesetzliche Anforderungen an die Emissionen) ersatzlos gestrichen;
- d) neuer Anhang G wurde hinzugefügt: Liste von Stoffen, die als VOC zugeordnet werden.

Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe — Bestimmung der Emissionen in die Innenraumluft

Produits de construction — Evaluation de l'émission de substances dangereuses — Détermination des émissions dans l'air intérieur

Construction products — Assessment of release of dangerous substances — Determination of emissions into indoor air

ICS: 13.020.99; 13.040.20; 19.040; 91.100.01

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Abkürzungen.....	9
3.1 Begriffe für Probenahme und für Produkte	9
3.2 Begriffe zu Emissionen in die Innenraumlufte und zur entsprechenden Laborprüfung.....	11
3.3 Begriffe zur Bestimmung emittierter Stoffe	13
3.4 Abkürzungen	14
4 Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung, Emissionsszenarien und Europäischer Referenzraum.....	15
4.1 Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung und Emissionsszenario.....	15
4.2 Referenzraum und Emissionsszenario.....	15
4.2.1 Allgemeines	15
4.2.2 Abmessungen und Beladungsfaktoren im Referenzraum	15
4.2.3 Lüftung im Referenzraum	16
4.2.4 Klimabedingungen im Referenzraum	16
4.3 Zeitplan bei der Bestimmung von Emission(en)	16
5 Probenahme und Transport der Produkte zum Labor	16
5.1 Allgemeines	16
5.2 Ziel der Probenahme	17
5.3 Aufstellen eines Probenahmeplans und Festlegen einer Probenahme-strategie.....	17
5.3.1 Allgemeines	17
5.3.2 Probenahme-strategie	17
5.3.3 Grundgesamtheit und Teilgesamtheit	17
5.3.4 Stichprobe	17
5.3.5 Größe von Untersuchungsproben, gegebenenfalls von Einzelproben, und Probenahmetechnik	17
5.3.6 Ort und Zeitpunkt der Probenahme	18
5.4 Erforderliche Angaben des Prüflabors zur Erstellung des Probenahmeplans	18
5.5 Verpackung und Transport der Laborprobe	19
5.6 Probenbeschreibung, Kennzeichnung von Laborproben und Probenahmebericht	19
5.7 Produktbegleitschein	20
5.8 Versand der Produktproben, Zeitplan	20
6 Handhabung von Proben im Prüflabor.....	20
6.1 Aufbewahrung der Proben im Labor	20
6.2 Vorbereitung des Prüfstücks.....	20
7 Prüfkammerbedingungen	22
7.1 Grundsätze	22
7.2 Maße des Prüfstücks	22
7.3 Beladungsfaktor.....	22
7.4 Lüftung.....	22
7.5 Luftgeschwindigkeit	22
7.6 Reinheit der Prüfkammer	23
7.7 Prüfklima (Temperatur, relative Luftfeuchte der Zuluft)	23
7.8 Lagerung des Prüfstücks.....	23

7.9	Großflächige Produkte	23
7.10	Volumen der Prüfkammer	24
7.11	Anordnung des Prüfstücks in der Prüfkammer	24
8	Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen in der Prüfkammerluft	24
8.1	Allgemeine Anforderungen	24
8.2	Bestimmung von VOC und SVOC in der Prüfkammerluft	25
8.2.1	Allgemeines	25
8.2.2	Analysesystem	25
8.2.3	Konditionierung der Probenahmerohre und Laborblindwert-Rohre	28
8.2.4	Probenahme aus der Prüfkammerluft	29
8.2.5	Identifizierung, Kalibrierung und Analyse	29
8.2.6	Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) und Summe der schwerflüchtigen organischen Verbindungen (TSVOC)	32
8.3	Bestimmung von Formaldehyd und einigen anderen flüchtigen Carbonylverbindungen in der Prüfkammerluft	33
8.3.1	Allgemeines	33
8.3.2	Analysesystem	33
8.3.3	Probenahme aus der Prüfkammerluft	33
8.3.4	Blindwert-Probenahmekartuschen	34
8.3.5	Qualitative Bestimmung (Identifizierung), Kalibrierung und Analyse	34
8.4	Andere allgemeine Festlegungen zur Qualitätskontrolle	34
8.4.1	Qualitätskontrolle im Labor	34
8.4.2	Externe Referenzmaterialien	35
9	Berechnung der spezifischen Emissionsraten und Angabe der Ergebnisse für den Referenzraum	35
10	Prüfbericht für die horizontale Prüfmethode	38
10.1	Allgemeines	38
10.2	Probenahme	38
10.3	Handhabung der Proben im Labor und Vorbereitung des Prüfstücks	38
10.4	Prüfkammerbedingungen	39
10.5	Bestimmung der flüchtigen organischen Verbindungen in der Prüfkammerluft	39
10.6	Berechnung und Angabe der Prüfergebnisse	39
11	Indirekte Verfahren	40
Anhang A (informativ)	Wiederholpräzision und Vergleichspräzision	41
A.1	Wiederholpräzision	41
A.2	Vergleichspräzision	42
Anhang B (informativ)	Beispiele indirekter Verfahren (auch als vereinfachte, abgeleitete oder alternative Verfahren, Screening- oder Sekundärverfahren bezeichnet)	43
B.1	Allgemeines	43
B.2	Indirekte Verfahren bezüglich Prüfverfahren zur Bestimmung von Emissionen	43
B.2.1	Emissionsprüfzelle	43
B.2.2	Mikroprüfkammer	43
B.2.3	Thermische Extraktion	44
B.3	Alternative indirekte Verfahren	44
B.3.1	Headspace-Gaschromatographie mit Totalverdampfung und In-can VOC-Bestimmung	44
B.3.2	Bestimmung des VOC-Gehalts	44
B.3.3	Formaldehydspezifische Verfahren	44
B.4	Andere Sekundärverfahren	44
B.4.1	Vorhersage der Ergebnisse zu einem bestimmten Zeitpunkt	44
Anhang C (informativ)	Angaben zur Prüfung leichtflüchtiger organischer Verbindungen (VVOC)	45
Anhang D (informativ)	Beispiel eines Vordrucks für den Probenahmebericht	46
Anhang E (informativ)	Beispiel eines Vordrucks für den Produktbegleitschein	47
Anhang F (informativ)	Bildung von Benzolartefakten auf Tenax	48
Anhang G (normativ)	Verzeichnis flüchtiger organischer Verbindungen (VOC)	49

G.1 Verzeichnis nicht-krebserzeugender VOC 49

G.2 Verzeichnis krebserzeugender VOC 55

Literaturhinweise 58

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16516:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 351 „Bewertung und Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NEN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird CEN/TS 16516:2013 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Einleitung

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen des Mandats M/366 „Entwicklung horizontaler genormter Bewertungsmethoden für harmonisierte Ansätze in Bezug auf gefährliche Stoffe gemäß der Bauproduktenverordnung (CPR, en: Construction Products Regulation)“ entwickelt, das die Erarbeitung horizontaler Mess- bzw. Prüfverfahren für die Bestimmung der Emission geregelter gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten in die Innenraumluft betrifft. Dieses Mandat ist eine Ergänzung der Mandate zu Produkten, die die Europäische Kommission CEN gemäß der Bauproduktenverordnung erteilt hat. Die von CEN im Rahmen der Mandate der Europäischen Kommission entwickelten harmonisierten Produktnormen (hEN) beschreiben Bauprodukte, wie sie in den Verkehr gebracht werden und benennen die vorgesehenen Einsatzbedingungen.

Einzelheiten zu den einschlägigen europäischen und nationalen Bestimmungen sind in der „TRIS-Datenbank“ zu finden [1].

Bei der Erarbeitung dieser Europäischen Norm wurde eine Robustheitsvalidierung durchgeführt, um zu erkennen, inwieweit geringfügige Änderungen einzelner Prüfparameter das Prüfergebnis beeinflussen können. Die entsprechende Untersuchung lieferte auch Daten zur Wiederholbarkeit der Versuche innerhalb eines Prüflabors (siehe Anhang A); sie wurde inzwischen durch die aus weiteren Ringversuchen unter Teilnahme verschiedener Labore gewonnenen Daten zur Vergleichbarkeit ergänzt (siehe Anhang A).

Wie im CEN/TR 16496 beschrieben, liegt die Verantwortung für die Produktspezifikation bei den für die Produkte zuständigen Technischen Komitees. Die Bestimmung der Emission in die Innenraumluft muss mit den Produkten unter den Bedingungen ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung vorgenommen werden. Diese Verwendung eines Bauprodukts wird im Allgemeinen in der zugehörigen harmonisierten Produktnorm festgelegt. Die mittels dieser Europäischen Norm ermittelten spezifischen Emissionsraten gelten für die bestimmungsgemäße Verwendung des Produkts in einem genormten europäischen Referenzraum unter festgelegtem Klima (Temperatur, Luftfeuchte) und Lüftungsbedingungen. Ein solcher Referenzraum ist erforderlich, da es nicht möglich ist, das Emissionsverhalten von Produkten durch Prüfung unter allen denkbaren Verwendungsszenarien zu bewerten.

Die Abmessungen des Referenzraums, die daraus resultierenden Produktbeladungsfaktoren sowie die Klima- und Lüftungsbedingungen wurden so festgelegt, dass sie den durchschnittlichen Zustand in Innenräumen wiedergeben (siehe Abschnitt 4). Auf Grundlage umfangreicher auf europäischer Ebene gewonnener Erfahrungen konnten ein Emissionsszenario und ein Referenzraum mit den entsprechenden Produktbeladungsfaktoren festgelegt werden.

Diese Europäische Norm legt das horizontale Referenzverfahren zur Prüfung der Emission (Freisetzung) gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten in die Innenraumluft fest. Bei diesem Verfahren wird eine Prüfkammer verwendet, in der Emissionen unter während der Prüfung gleich bleibenden Bedingungen erzeugt werden. Diese Bedingungen wurden so festgelegt, dass die Prüfergebnisse in Form der Konzentration der gefährlichen Stoffe in der Luft des Referenzraums angegeben werden können (siehe Abschnitte 7 und 9). Es ist anzumerken, dass die Prüfkammer in Form von Leistungsanforderungen definiert ist. Dies entspricht den Anforderungen im Mandat M/366 an ein horizontales Konzept, erlaubt aber weiterhin eine ausreichende Flexibilität bezüglich der Kammerabmessungen, um so repräsentative Proben aus verschiedenen Materialien einbringen zu können (siehe Abschnitt 5). Abschnitt 8 dieser Europäischen Norm legt fest, wie freigesetzte geregelte gefährliche Stoffe analysiert werden sollten.

Diese Europäische Norm behandelt gesondert (siehe Abschnitt 11 und Anhang B) auch indirekte Verfahren, die innerhalb ihres jeweiligen Anwendungsbereiches ein Ergebnis liefern, das mit dem Ergebnis des Referenzverfahrens vergleichbar ist oder mit diesem korreliert. Derartige Verfahren können leichter durchführbar und/oder kostengünstiger sein. Sie sind durch das Mandat M/366 abgedeckt, vorausgesetzt, dass ihre Vergleichbarkeit oder Korrelation mit dem Bezugsprüfverfahren im Rahmen ihres jeweiligen Anwendungsbereichs nachgewiesen wurde. Sie sind besonders für die werkseigene Produktionskontrolle (WPK) geeignet.

Die Auswahl eines Emissionsszenarios und eines Referenzraumes zur Bewertung von Emissionen in die Innenraumluft entspricht dem in den bestehenden europäischen nationalen Verordnungen und freiwilligen Regelungen hinsichtlich der Emissionen aus Bauprodukten in die Innenraumluft gewählten Ansatz. Sie entspricht außerdem den horizontalen Anforderungen im Mandat M/366. Ziel dieser Europäischen Norm ist nicht die Entwicklung eines neuen Prüfverfahrens, sondern – über normative Verweisungen – die gleichzeitige Anwendung bestehender Normen, mit einer Ergänzung und/oder Änderung von Festlegungen, damit, entsprechend dem im Mandat M/366 festgelegten horizontalen Konzept, Bauprodukte unter vergleichbaren Bedingungen bezüglich ihrer Emissionen in die Innenraumluft bewertet werden können.

Zusammenfassend ausgedrückt lässt sich mit dem in dieser Europäischen Norm festgelegten horizontalen Prüfverfahren die Emissionsrate flüchtiger organischer Verbindungen aus einem Bauprodukt in die Innenraumluft bestimmen. Diese kann in eine Konzentration in der Luft des Referenzraumes umgerechnet werden.

Diese Europäische Norm wurde nicht hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit zur Bestimmung der Formaldehydabgabe mittels der Ausgleichskonzentration untersucht.

ANMERKUNG Zur Bestimmung der Formaldehydabgabe aus Holzwerkstoffen mittels der Ausgleichskonzentration besteht eine Europäische Norm (EN 717-1).

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein horizontales Referenzverfahren zur Bestimmung der Emission geregelter gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten in die Innenraumluft fest. Das Verfahren ist für flüchtige organische Verbindungen, schwerflüchtige organische Verbindungen wie auch flüchtige Aldehyde anwendbar. Es beruht auf der Verwendung einer Prüfkammer und der nachfolgenden Analyse der organischen Verbindungen mittels GC-MS oder HPLC.

ANMERKUNG 1 Zusätzliche Informationen über indirekte Prüfverfahren werden in Anhang B und über die Messung leichtflüchtiger organischer Verbindungen in Anhang C gegeben.

ANMERKUNG 2 Diese Europäische Norm beschreibt das allgemeine Verfahren unter Verwendung bestehender Normen, hauptsächlich durch normative Verweisungen, die, durch weitere oder modifizierte normative Festlegungen ergänzt werden, soweit erforderlich.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

CEN/TR 16220:2011, *Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Substanzen — Ergänzungen zur Probenahme*

CEN/TR 16496:2013, *Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Verwendung harmonisierter horizontaler Bewertungsmethoden*

EN 16687, *Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Terminologie*

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

EN ISO 16000-9:2006, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfkammer-Verfahren (ISO 16000-9:2006)*

EN ISO 16000-11:2006, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 11: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke (ISO 1600-11:2006)*

EN 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 (ISO 16017-1)*

ISO 554, *Standard atmospheres for conditioning and/or testing — Specifications*

ISO 16000-3:2011, *Indoor air — Part 3: Determination of formaldehyde und other carbonyl compounds in indoor air und test chamber air — Active sampling method*

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

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gilt die in EN 16687 festgelegte Terminologie. Außerdem gelten die folgenden Benennungen, Definitionen und Abkürzungen. Bei Diskrepanzen zwischen den Begriffsfestlegungen in den zitierten Normen und den hier oder in EN 16687 enthaltenen Definitionen sind die Begriffsfestlegungen in diesem Dokument bzw. in EN 16687 maßgebend.

ANMERKUNG Einige der definierten Begriffe der Probenahme sind eng miteinander verwandt, was auch Bild 1 zeigt. Dieses Bild und die relevanten Begriffe entstammen GEN/TR 16220:2011.

3.1 Begriffe für Probenahme und für Produkte

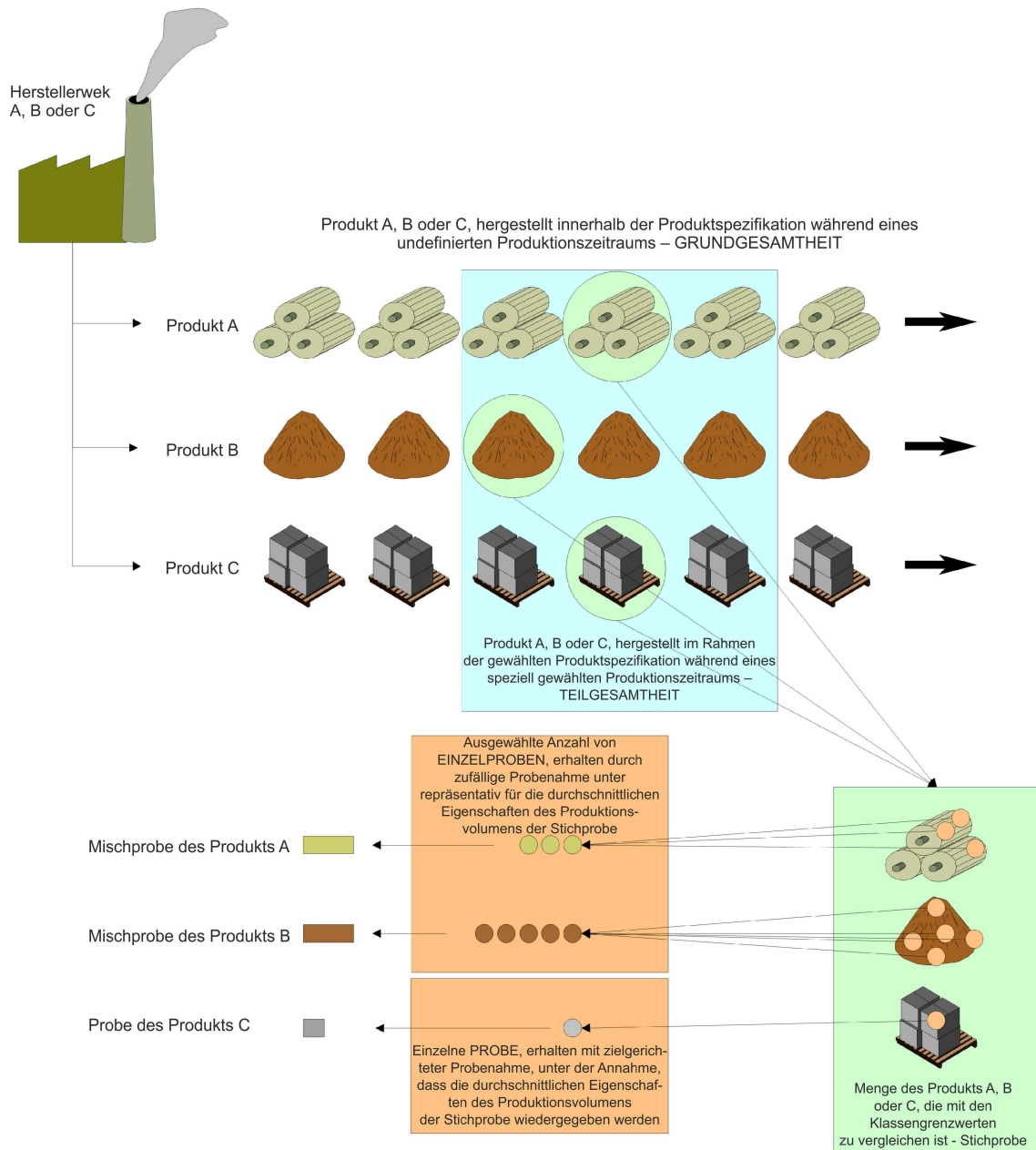


Bild 1 — Zusammenhang zwischen zentralen Begriffen der Produkt-Probenahme

3.1.1

Mischprobe

Durchschnittsprobe

aggregierte (zusammengestellte) Probe

Probe aus zwei oder mehr Einzelproben, die in geeigneten Anteilen miteinander gemischt werden, aus der sich der Durchschnittswert einer gesuchten Eigenschaft ermitteln lässt

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus ISO 11074:2005, 4.3.3]

3.1.2

Härten

Aushärten eines frisch hergestellten Gemischs unter definierten Bedingungen (Zeit, Temperatur, Luftfeuchte usw.), die in harmonisierten Produktnormen festgelegt sind

3.1.3

Aushärtezeit

Mindestzeit zum Härten, die als erforderlich festgelegt wurde, bevor eine Emissionsprüfung mit aussagekräftigen Prüfergebnissen durchgeführt werden kann

3.1.4

Einzelprobe

Produktmenge, die in einem Arbeitsgang mit einem Probenahmegerät entnommen wurde

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus ISO 11074:2005, 4.1.8; wie in CEN/TR 16220:2011, 2.4.5]

3.1.5

Labor(atoriums)probe

Probe oder Teilprobe(n), die dem Laboratorium zugesendet wird (werden) oder bei diesem eingeht (eingehen)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Laborprobe ist aus der Sicht der Probenahme die Endprobe, jedoch für das Laboratorium die Ausgangsprobe.

[QUELLE: IUPAC, 2.5.5]

3.1.6

Grundgesamtheit

Gesamtheit der betrachteten Elemente

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus ISO 11074:2005, 4.1.11; wie in CEN/TR 16220:2011, 2.4.3]

3.1.7

Probe

repräsentative Menge eines Produkts oder Materials, die aus einer größeren Produkt- oder Materialmenge entnommen wird

[QUELLE: IUPAC, 2.1.1]

3.1.8

Probenahmeplan

festgelegte Vorgehensweise für Auswahl, Entnahme, Aufbewahrung/Konservierung und Transport von Produktproben

[QUELLE: CEN/TR 16220:2011, 2.3]

3.1.9

Stichprobe

Mindestmenge (Masse, Volumen oder Einheiten) eines Produkts, für die repräsentative Prüfergebnisse gewonnen werden können

[QUELLE: CEN/TR 16220:2011, 2.4.4]

3.1.10

Teilgesamtheit

definierter Teil der Grundgesamtheit, für den die Prüfung durchgeführt wird

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus ISO 11074:2005, 4.1.29; wie in CEN/TR 16220:2011, 2.4.3]

3.2 Begriffe zu Emissionen in die Innenraumluft und zur entsprechenden Laborprüfung

3.2.1

Luftwechselrate

Verhältnis des Luftvolumens, das stündlich in die Prüfkammer eingebracht wird, zum freien Volumen der Prüfkammer

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Luftwechselrate wird in h^{-1} angegeben.

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.1]

3.2.2

Luftdurchflussrate

Lüftungsrate

Luftvolumen, das der Emissionsprüfkammer je Zeiteinheit zugeführt wird

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.2]

3.2.3

Blindwert der Prüfkammer

Prüfergebnis, das bei Durchführung der Prüfung ohne ein Prüfstück erhalten wird

3.2.4

Wiederfindungsrate einer Substanz

Verhältnis der gemessenen Massenkonzentration einer zu bestimmenden flüchtigen organischen Verbindung in der Luft, die die Emissionsprüfkammer während einer bestimmten Zeitdauer verlässt, zur Massenkonzentration der gleichen zu bestimmenden flüchtigen organischen Verbindung, die der Prüfkammerluft während desselben Zeitraums zugeführt wird, angegeben in Prozent

[QUELLE: EN ISO 16000-9:2006, 3.9]

3.2.5

Emission

Freisetzung chemischer Stoffe aus einem Bauprodukt in die Luft

3.2.6

Emissionsprüfkammer

abgeschlossenes Behältnis mit einstellbaren Betriebsparametern zur Bestimmung der flüchtigen organischen Verbindungen, die von Bauprodukten emittiert werden

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.6]

3.2.7

Emissionsprüfkammer-Konzentration

Massenkonzentration einer bestimmten flüchtigen organischen Verbindung (oder einer Gruppe flüchtiger organischer Verbindungen) in der Luft einer Emissionsprüfkammer, die am Ausgang der Prüfkammer gemessen wird

[QUELLE: EN ISO 16000-9:2006, 3.7]

3.2.8

Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung

Bedingungen, denen ein Produkt während seiner Nutzungsdauer unterliegen kann und die sein Emissionsverhalten beeinflussen

3.2.9

Massenkonzentration der Substanz in der Luft des Referenzraums

Massenkonzentration einer bestimmten flüchtigen organischen Verbindung (VOC) (oder einer Gruppe flüchtiger organischer Verbindungen) in einem Referenzraum

3.2.10

Produktbeladungsfaktor

Verhältnis der exponierten Oberfläche des Prüfstücks zum Volumen der leeren Emissionsprüfkammer

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.8]

3.2.11

Referenzraum

Raum mit festgelegten Abmessungen, Klima und Lüftung, der als Referenz bei der Berechnung und Angabe von Emissionen aus Produkten verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Europäischen Norm wird in 4.2 ein Referenzraum festgelegt.

3.2.12

spezifische Luftdurchflussrate

q

Verhältnis der Luftwechselrate zum Produktbeladungsfaktor

Anmerkung 1 zum Begriff: Die spezifische Luftdurchflussrate kann als flächenspezifische Luftdurchflussrate q_A in $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ausgedrückt werden, entsprechend dem Verhältnis zwischen der Luftdurchflussrate und der Oberfläche des Prüfstücks, was der Angabe in m/h entspricht.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die spezifische Luftdurchflussrate kann auch volumenspezifisch (q_V , ausgedrückt in $\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$), längenspezifisch (q_L , ausgedrückt in $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$), massenspezifisch (q_m , ausgedrückt in $\text{m}^3/(\text{kg} \cdot \text{h})$) oder produkteinheitenspezifisch (q_U , ausgedrückt in $\text{m}^3/(\text{Einheit} \cdot \text{h})$) sein.

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.4]

3.2.13

spezifische Emissionsrate

SER (Emissionsfaktor)

Faktor, der die Masse einer flüchtigen organischen Verbindung angibt, die je Produkteinheit und je Zeiteinheit zu einem bestimmten Zeitpunkt nach Beginn der Prüfung emittiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition soll eine Verwechslung zwischen den Größen q (in 3.2.13) und q_x (mit den Indizes q_A , q_L , q_V , q_m , q_U in EN ISO 16000-9 als Symbol für die spezifische Luftdurchflussrate verwendet) vermeiden. Die spezifische Emissionsrate kann auf die Fläche, die Länge, das Volumen, die Masse oder die Produkteinheit bezogen werden und wird als SER_A in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, SER_L in $\mu\text{g}/(\text{m} \cdot \text{h})$, SER_V in $\mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$, SER_m in $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$, bzw. SER_U in $\mu\text{g}/(\text{u} \cdot \text{h})$ angegeben.

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.11]

3.2.14

Prüfmenge

aus der Untersuchungsprobe zur Analyse entnommene Menge oder Volumen, wobei die Masse, Fläche oder das Volumen in der Regel bekannt sind

[QUELLE: IUPAC, 2.5.7]

3.2.15

Untersuchungsprobe

Probe, die aus der Laborprobe hergestellt wird, und aus der die Prüfmengen für die Prüfung oder Analyse entnommen werden

[QUELLE: IUPAC, 2.5.6]

3.2.16

PrüfstückPrüfmuster

Prüfmenge, die für die Prüfung in einer Emissionsprüfkammer besonders vorbereitet wurde, um das Emissionsverhalten des Produkts unter den Bedingungen seiner bestimmungsgemäßen Verwendung simulieren

BEISPIEL Im Fall von Bodenbelägen ist die Prüfmenge eine bestimmte Fläche des Bodenbelags. Das Prüfstück wird aus dieser durch Abdecken der Kanten und der Rückseite des Bodenbelags hergestellt, da diese Oberflächen unter Nutzungsbedingungen keinen Kontakt zur Innenraumluft haben.

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.13]

3.3 Begriffe zur Bestimmung emittierter Stoffe

3.3.1

NIK-Wert (en: lowest concentration of interest, LCI)

niedrigste interessierende Konzentration

als Massenkonzentration in der Luft des Referenzraums ausgedrückter substanzspezifischer Wert zur gesundheitlichen Bewertung der Emission aus Bauprodukten

3.3.2

Grenzwert

numerische Grenze, die aus nationalen, europäischen und/oder vertraglichen Vorschriften abgeleitet wird

3.3.3

R-Wert

Summe aller R_i -Werte, die bei einer bestimmten Prüfung ermittelt werden

3.3.4

R_i -Wert

Verhältnis C_i/NIK_i , wobei

— C_i die Massenkonzentration in der Luft im Referenzraum und

— NIK_i der NIK-Wert der Verbindung i

ist

3.3.5

schwerflüchtige organische Verbindung

SVOC (en: semi-volatile organic compound)

organische Verbindung, die aus einer gaschromatographischen Trennsäule nach 8.2.2 nach n -Hexadecan eluiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Alle in Anhang G aufgeführten Substanzen gelten als flüchtige (VOC) und nicht als schwerflüchtige (SVOC) Verbindungen, auch wenn sie unter bestimmten Prüfbedingungen nach n -Hexadecan eluieren.

3.3.6

Zielverbindung

Verbindung, für die das Prüfergebnis mit einem substanzspezifisch Grenzwert verglichen wird

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.12]

3.3.7

Summe der schwerflüchtigen organischen Verbindungen

TSVOC (en: total semi-volatile organic compounds)

Summe der Konzentrationen identifizierter und nicht identifizierter flüchtiger organischer Verbindungen, wie sie in 3.3.6 definiert und nach 8.2.6 berechnet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Parameter umfasst keine der in Anhang G aufgeführten Substanzen, auch wenn sie unter bestimmten Prüfbedingungen nach *n*-Hexadecan eluieren.

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.14]

3.3.8

Summe der flüchtigen organischen Verbindungen

TVOC (en: total volatile organic compounds)

Summe der Konzentrationen identifizierter und nicht identifizierter flüchtiger organischer Verbindungen, wie sie in 3.3.11 definiert und nach 8.2.6 berechnet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Parameter beinhaltet sämtliche in Anhang G aufgeführten Substanzen, auch wenn sie unter bestimmten Prüfbedingungen nach *n*-Hexadecan oder vor *n*-Hexan eluieren.

3.3.9

leichtflüchtige organische Verbindung

VVOC (en: very volatile organic compound)

flüchtige organische Verbindung, die aus einer gaschromatographischen Trennsäule nach 8.2.2 vor *n*-Hexan eluiert

3.3.10

flüchtige organische Verbindung

VOC (en: volatile organic compound)

flüchtige organische Verbindung, die aus einer gaschromatographischen Trennsäule nach 8.2.2 zwischen und einschließlich *n*-Hexan und *n*-Hexadecan eluiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Sämtliche in Anhang G aufgeführten Substanzen werden als VOC betrachtet, auch wenn sie unter bestimmten Prüfbedingungen nach *n*-Hexadecan oder vor *n*-Hexan eluieren.

[QUELLE: Modifiziert übernommen aus EN ISO 16000-9:2006, 3.15]

3.4 Abkürzungen

GC	Gaschromatographie
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
MS	Massenspektrometrie; Massenspektroskopie
q	spezifische Luftdurchflussrate
R	Summe aller R_i -Werte, die bei einer bestimmten Prüfung ermittelt werden
R_i	Verhältnis von Massenkonzentration zum <i>NIK</i> -Wert für eine bestimmte Verbindung
SER	Spezifische Emissionsrate
SVOC	schwerflüchtige organische Verbindung
TIC	Gesamtionenchromatogramm
TSVOC	Summe der schwerflüchtigen organischen Verbindungen
TVOC	Summe der flüchtigen organischen Verbindungen
VOC	flüchtige organische Verbindung

VVOC leichtflüchtige organische Verbindung

4 Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung, Emissionsszenarien und Europäischer Referenzraum

4.1 Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung und Emissionsszenario

Die Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung beschreiben den Zweck, den Ort und die Umstände der typischen Verwendung(en) eines Bauprodukts, wie es in einer Produktnorm festgelegt ist. Dies umfasst dessen bestimmungsgemäße Verwendung (z. B. welchem Zweck es dient, wie das Produkt üblicherweise eingebaut wird, usw.) und ein Emissionsszenario.

Das Emissionsszenario legt die in einem Referenzraum herrschenden Bedingungen hinsichtlich Klima und Lüftung für die das Produkt umgebende Luft bei der Bestimmung der Emission in die Innenraumluft fest. Die Bedingungen der tatsächlichen Verwendung können davon abweichen. Es ist nicht möglich, die Emissionen durch Prüfungen in allen denkbaren Verwendungsszenarien zu bewerten. Aus diesem Grund legt diese Europäische Norm eine Reihe von Bedingungen fest, die allgemein als repräsentativ für die Verwendung des Produkts in einer „normalen“ Innenraumumgebung betrachtet werden, damit alle Bauprodukte unter vergleichbaren Bedingungen bewertet werden können.

Diese definierten Bedingungen gehen von einer standardisierten Verwendung des Produkts in einem Referenzraum mit genormten Abmessungen, Klima- und Lüftungsbedingungen aus.

4.2 Referenzraum und Emissionsszenario

4.2.1 Allgemeines

In dieser horizontalen Europäischen Norm werden nur ein Referenzraum und nur ein Emissionsszenario festgelegt und vereinbarungsgemäß als Referenz für alle Festlegungen zur Emissionsprüfung und zur Berechnung der Konzentration emittierter Verbindungen in der Innenraumluft verwendet.

Wenn bestimmte Gesetze oder eine besondere Anwendung des Prüfverfahrens einen anderen Referenzraum erfordert, dürfen die Ergebnisse innerhalb der validen Grenzen umgerechnet werden (siehe Abschnitte 7 und 9).

4.2.2 Abmessungen und Beladungsfaktoren im Referenzraum

Die Abmessungen des Referenzraums werden wie folgt festgelegt:

- Wandhöhe: 2,5 m;
- Boden und Decke: jeweils 3 m × 4 m, was eine Oberfläche von jeweils 12 m² ergibt;
- eine Tür mit 0,8 m (Breite) × 2 m (Höhe) (1,6 m²);
- ein Fenster mit einer Fläche von 2 m²;
- Dichtstoffe und andere sehr kleine Flächen bis 0,2 m².

Gesamtwandfläche (abzüglich Tür- und Fensterfläche): 31,4 m².

Das Gesamtvolumen beträgt demzufolge 30 m³.

Auf der Basis dieser Abmessungen des Referenzraums müssen die Produktnormen je nach Produkttyp einen der folgenden Beladungsfaktoren L festlegen:

- 1,0 m²/m³ für Wände;

- $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ für Boden oder Decke;
- $0,05 \text{ m}^2/\text{m}^3$ für kleine Oberflächen, z. B. eine Tür, Fenster, Heizungssystem;
- $0,007 \text{ m}^2/\text{m}^3$ für sehr kleine Oberflächen, z. B. Dichtstoffe.

Wenn die oben genannten Oberflächen und die zugehörigen Beladungsfaktoren nicht den Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung eines bestimmten Produkts entsprechen, muss das für das Produkt zuständige TC festlegen, dass die zahlenmäßig nächstliegenden Werte für Oberfläche und Beladungsfaktor (oder deren Summe) anzuwenden sind. Im Prüfbericht ist anzugeben, für welchen Beladungsfaktor die Ergebnisse gelten. Die Konzentrationen im Referenzraum für andere Beladungsfaktoren können mit Hilfe der Gleichungen (5a) und (6a) (siehe Abschnitt 9) ermittelt werden.

ANMERKUNG Die Abmessungen des Referenzraums und die zugehörigen Beladungsfaktoren in dieser Europäischen Norm sind verbindlich und entsprechen einem normalen kleinen Wohnraum. Die zugehörigen Beladungsfaktoren entsprechen denen im informativen Anhang von EN ISO 16000-9:2006.

4.2.3 Lüftung im Referenzraum

Die Lüftungsrate für Frischluft wird für den Referenzraum mit 0,5 Luftwechsel je Stunde ($15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) festgelegt, womit vereinbarungsgemäß normale Lüftungsbedingungen in Innenräumen als abgebildet gelten.

ANMERKUNG 1 Tatsächliche Luftwechselraten können von dem hier angegebenen Wert von 0,5 Luftwechsel je Stunde erheblich abweichen.

ANMERKUNG 2 Abschnitt 9 enthält eine Gleichung zur Umrechnung eines Prüfergebnisses (bei Angabe als Massenkonzentration in der Luft) auf eine andere Luftwechselrate innerhalb eines validen Geltungsbereiches.

4.2.4 Klimabedingungen im Referenzraum

Die in ISO 554 und EN ISO 16000-9 festgelegten Klimabedingungen, d. h. 23°C und 50 % relative Luftfeuchte, sind auf den Referenzraum anzuwenden, um die als „allgemeingültig“ vereinbarten Lüftungsbedingungen in Innenräumen wiederzugeben.

4.3 Zeitplan bei der Bestimmung von Emission(en)

Der in EN ISO 16000-9 festgelegte Zeitplan muss für die Bestimmung der Emissionen angewendet werden, d. h. Kurzzeitemissionen müssen am 3. Tag und Langzeitemissionen am 28. Tag nach dem Einbau des Produkts geprüft werden.

28 Tage nach dem Einbau des Produkts haben sich entweder gleichbleibende Emissionen eingestellt, oder die Abnahme der Emissionen hat sich zumindest wesentlich verlangsamt. Ein derartiger Zustand kann bei einigen Produkten wesentlich früher erreicht werden. In diesen Fällen ist in den einschlägigen Produktnormen eine kürzere Prüfdauer für die Bestimmung der Emissionen festzulegen, wenn die Vergleichbarkeit mit der 28-Tage-Prüfung entsprechend den Anforderungen in Abschnitt 11 für die Anwendbarkeit indirekter Verfahren nachgewiesen wurde.

ANMERKUNG Bei einigen Stoffen können die Emissionen nach dem 3.Tag zunehmen.

5 Probenahme und Transport der Produkte zum Labor

5.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt fasst die wesentlichen Elemente der Probenahme in Ergänzung zu den produktspezifischen Anforderungen zusammen, die in den einschlägigen Produktnormen angegeben sein müssen (siehe auch CEN/TR 16220).

5.2 Ziel der Probenahme

Ziel der Probenahme ist die Gewinnung einer Laborprobe, die:

- für das zu bewertende Bauprodukt ausreichend repräsentativ ist;
- die Anforderungen der durchzuführenden Prüfung(en) erfüllt (z. B. die Herstellung geeigneter Prüfstücke in ausreichender Anzahl ermöglicht).

5.3 Aufstellen eines Probenahmeplans und Festlegen einer Probenahmestrategie

5.3.1 Allgemeines

Die einschlägigen Produktnormen müssen die Aufstellung eines Probenahmeplans vor der eigentlichen Probenahme fordern.

ANMERKUNG 1 Bestehende Probenahmepläne für die Prüfung anderer Produkteigenschaften berücksichtigen die Erfordernisse zur Prüfung der Emission geregelter gefährlicher Stoffe in die Innenraumluft möglicherweise nicht immer ausreichend.

ANMERKUNG 2 Weitere Hinweise zur Probenahme können CEN/TR 16220 entnommen werden.

5.3.2 Probenahmestrategie

Im Probenahmeplan muss eine angemessene Strategie für die Probenahme, d. h. entweder eine probabilistische Probenahme oder eine zielgerichtete Probenahme, festgelegt werden.

ANMERKUNG Dies schließt die Abwägung der Vor- und Nachteile jedes Konzepts der Probenahme ein, z. B. der erforderliche Aufwand und die anfallenden Kosten unter Berücksichtigung der Zielsetzung der Probenahme. Eine derartige Entscheidung erfordert detaillierte Kenntnisse über das zu beprobende Produkt und den Produktionsprozess, dem das Produkt entstammt.

5.3.3 Grundgesamtheit und Teilgesamtheit

Die einschlägigen Produktnormen müssen festlegen, wie die Grundgesamtheit und die Teilgesamtheit für die Zwecke der Emissionsprüfung zu wählen sind.

5.3.4 Stichprobe

Die einschlägigen Produktnormen müssen festlegen, wie die Stichprobe, für die die Laborprobe repräsentativ sein soll, zu wählen ist.

5.3.5 Größe von Untersuchungsproben, gegebenenfalls von Einzelproben, und Probenahmetechnik

Die einschlägigen Produktnormen müssen die Größe der zu entnehmenden Proben und die erforderliche Probenahmetechnik festlegen, wobei Folgendes zu berücksichtigen ist:

- Spezifikation und Eigenschaften des zu beprobenden Produkts;
- Mindestgröße der für die Prüfung notwendigen Untersuchungsprobe(n) (gegebenenfalls Einzelproben); die Probengröße sollte die Herstellung von mindestens drei Prüfstücken zulassen, um die Wiederholung einer Emissionsprüfung im Zweifelsfall oder bei widersprüchlichen Prüfergebnissen zu ermöglichen;
- alle zur Aufrechterhaltung der ursprünglichen Eigenschaften der Probe erforderlichen Maßnahmen.

Der Einfluss der Probenahme selbst auf die Eigenschaften des beprobten Produkts muss möglichst gering gehalten werden. Die einschlägigen Produktnormen müssen festlegen, wie Folgendes minimiert wird:

- Verdampfung flüchtiger Stoffe;
- Erzeugung neuer Oberflächen, z. B. durch Schneiden, wenn dies zum Gewinnen der Probe unvermeidlich ist;
- Veränderung des Produkts auf Grund von Wärmeentwicklung während der Probenahme, z. B. durch Sägen;
- Verunreinigung der Probe(n) durch die Probenahmegeräte und/oder durch andere Proben.

Die einschlägigen Produktnormen können festlegen, dass und wie das eigentliche Prüfstück aus dem Probenmaterial im Prüflabor herzustellen ist.

ANMERKUNG Dies gilt insbesondere für Produkte, die in einer anderen Form verwendet werden, als sie in den Verkehr gebracht werden. Zum Beispiel werden bei Fliesenklebstoffen die Proben in Pulverform (d. h. so wie sie in den Verkehr gebracht werden) entnommen. Um davon Prüfstücke herzustellen, müssen diese entsprechend der jeweiligen bestimmungsgemäßen Verwendung mit Wasser gemischt werden.

Komplex gestaltete Produkte, Verbundprodukte und Produkte mit großen Abmessungen müssen als Gesamtheit bewertet werden. Aus praktischen Gründen können die einschlägigen Produktnormen die Prüfung von Folgendem vorsehen:

- Produktmodell im Kleinmaßstab, sofern es für das fertige Produkt repräsentativ ist;
- bestimmte Teile des Produkts, sofern diese für das fertige Produkt repräsentativ sind;
- wesentliche Bestandteile des Produkts, sofern die Prüfergebnisse für die einzelnen Teile oder Bestandteile so kombiniert werden können, dass das Produkt in seiner Gesamtheit repräsentieren.

Die Leistungserklärung zielt auf die Produkte in ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch ab. Da einige Produkte definitionsgemäß zusammen mit anderen Produkten verwendet werden, sollte dies berücksichtigt werden, insbesondere weil die Emission durch das Produkt in hohem Maße davon abhängen kann, in welcher Weise die Produkte miteinander kombiniert werden.

5.3.6 Ort und Zeitpunkt der Probenahme

Wie in EN ISO 16000-11:2006, festgelegt, müssen Proben am Produktionsort nach Abschluss der normalen Herstellungsprozesse (einschließlich einer möglichen Aushärtung, Trocknung, wenn verwendet) entnommen werden.

ANMERKUNG Bei der Wahl von Ort und Zeitpunkt der Probenahme kann es sinnvoll sein, in gleicher Weise vorzugehen wie bei der Probenahme für die Bestimmung anderer Eigenschaften des Bauprodukts. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die Anforderungen hinsichtlich der Probenahme für die Bestimmung der Emission geregelter gefährlicher Stoffe anders sein können als hinsichtlich derjenigen für andere Eigenschaften.

5.4 Erforderliche Angaben des Prüflabors zur Erstellung des Probenahmeplans

Die folgenden Angaben müssen dem Probenehmer zur Erstellung des Probenahmeplans vom Prüflabor zur Verfügung gestellt werden:

- a) Anzahl der für das Prüfprogramm erforderlichen Produktproben (z. B. zwei Proben für die Prüfung und eine für eine mögliche spätere Überprüfung);
- b) für die Prüfung erforderliche Mindest- und/oder Maximalgröße der Probe;
- c) Anweisungen zu Verpackung und Transport;
- d) Vordruck für den (vom Probenehmer auszufüllenden) Probenahmebericht; Beispiel siehe Anhang D;

- e) Vordruck für den (vom Probenehmer auszufüllenden) Produktbegleitschein; Beispiel siehe Anhang E;
- f) besondere Anforderungen hinsichtlich der Probenahme, z. B. dass die Proben im Abstand von 250 mm von der Kante zu entnehmen sind.

5.5 Verpackung und Transport der Laborprobe

Es gelten die Anforderungen nach EN ISO 16000-11, jedoch mit folgenden Abweichungen oder Ergänzungen:

- a) Um Verunreinigungen zu vermeiden, sind die Produktproben in luftdichte Verpackungen oder Behälter, die weder Substanzen emittieren noch absorbieren, zu überführen.

Feste Proben können durch Einwickeln in Aluminiumfolie verpackt und anschließend in einen unbedruckten luftdichten Polyethylenbeutel gegeben oder beispielsweise in unbedruckte Folie aus Polyethylen eingewickelt werden. Alternativ darf aluminiumbeschichtetes Verpackungsmaterial verwendet werden. Um eine Verunreinigung durch äußere Einflüsse zu verhindern, sollte die Verpackung mit einem Folienschweißgerät oder einem emissionsarmen Klebeband verschlossen, oder mechanisch versiegelt werden.

- b) Proben verschiedener Produkte oder Gebinde müssen getrennt verpackt werden, um eine gegenseitige Verunreinigung zu vermeiden.
- c) Wenn mehrere von demselben festen Produkt stammende Proben zusammen in einem Beutel verpackt werden, ist zu beachten, dass die Vorderseite und die Rückseite der Proben sehr unterschiedliche Grade von Emissionen aufweisen können. Wenn anschließend nur eine Seite solcher Proben (z. B. Bodenbeläge) auf Emissionen geprüft werden muss, ist darauf zu achten, dass sie so verpackt werden, dass es zu keinem direkten Kontakt zwischen Vorder- und Rückseite kommt.
- d) Produktproben, die sich in einer durchlässigen handelsüblichen Verpackung (z. B. Karton oder Papier) befinden, müssen zusätzlich luftdicht verpackt werden, um das Risiko einer Verunreinigung möglichst gering zu halten, es sei denn, das für das Produkt zuständige TC hält eine handelsübliche Verpackung für ausreichend.
- e) Flüssigkeiten und Pulver/Granulate müssen in einer handelsüblichen Verpackung (z. B. Kanister, Dose, Kartusche oder Beutel) oder in sauberen Laborflaschen aus Glas oder Polyethylen versandt werden. Das Luftvolumen in Dosen und Flaschen muss möglichst klein gehalten werden.
- f) Übermäßige Wärme, extreme Druckverhältnisse und andere physikalische Beanspruchungen müssen während Lagerung und Transport vermieden werden.
- g) Eine Verunreinigung der Proben durch Adsorption flüchtiger Chemikalien, z. B. aus Benzinkanistern, von Fahrzeugabgasen oder Reinigungsmitteln, muss dadurch vermieden werden, dass eine luftdichte Verpackung verwendet wird oder die Proben von Verunreinigungsquellen entfernt gehalten werden.

5.6 Probenbeschreibung, Kennzeichnung von Laborproben und Probenahmebericht

Es gelten die Anforderungen nach EN ISO 16000-11:2006, 4.3, mit folgenden Abweichungen oder Ergänzungen:

- a) Die Art der Probenkennzeichnung darf keinen Einfluss auf die Emissionsprüfung haben.
- b) Zum Beschriften innerhalb der Verpackung dürfen nur lösemittelfreie Schreibgeräte, wie Bleistifte, verwendet werden.
- c) Die Probe und die Verpackung auf ihrer Außenseite müssen in gleicher Weise gekennzeichnet werden.
- d) Die Produktbezeichnung des Kunden muss im Prüfbericht angegeben werden.

- e) Der Probe muss ein Probenahmebericht beigegeben werden. Anhang D zeigt ein Beispiel eines Vordrucks für einen Probenahmebericht.

5.7 Produktbegleitschein

Der Produktbegleitschein muss sicherstellen, dass die im Labor eingegangene Produktprobe dieselbe ist wie die Feldprobe (Rückverfolgbarkeit).

ANMERKUNG 1 Es gilt als bewährte Praxis, dass der Probenahmeplan das Ausfüllen eines Produktbegleitscheins für jeden Schritt während der Probenahme und des Transports und den Eingang im Prüflabor vorschreibt.

ANMERKUNG 2 Anhang E zeigt ein Beispiel eines Vordrucks für einen Produktbegleitschein.

5.8 Versand der Produktproben, Zeitplan

Es gelten die Anforderungen nach EN ISO 16000-11:2006, 4.3, und EN ISO 16000-9:2006, Abschnitt 14, jedoch mit folgenden Abweichungen oder Ergänzungen:

- a) Proben müssen im Herstellungswerk genommen werden, sobald das Produkt für den Versand oder die Verwendung bereit ist. Dieser Zeitpunkt hängt von der Art des Produkts ab; die entsprechende Information muss in der einschlägigen Produktnorm festgelegt werden.

ANMERKUNG Die Stärke von Emissionen ändert sich im Laufe der Zeit, insbesondere wenn Proben der Umgebungsluft ausgesetzt sind.

- b) Die Produktprobe muss in Anschluss an die Probenahme so schnell wie möglich, in jedem Fall an demselben Arbeitstag, entsprechend den obigen Festlegungen verpackt werden.
- c) Die Probe darf im Labor nicht später als 2 Wochen nach der Probenahme eintreffen. Geschieht dies später, so ist dies im Prüfbericht (mit einer Begründung) zu vermerken.
- d) Die Prüfung muss innerhalb von 8 Wochen nach der Probenahme begonnen werden, vorausgesetzt, die Probe wird im Labor in der vorgegebenen Verpackung aufbewahrt. In einem geschlossenen Behälter (z. B. Dose, Kartusche) eingehende Produkte für den Nassauftrag am Einsatzort dürfen nicht später als vier Monate nach der Probenahme geprüft werden.

In besonderen Fällen können in Produktnormen je nach Verhalten der betreffenden Produkte andere Anforderungen festgelegt werden.

6 Handhabung von Proben im Prüflabor

6.1 Aufbewahrung der Proben im Labor

Es gelten die Anforderungen nach EN ISO 16000-11, jedoch mit folgenden Abweichungen oder Ergänzungen:

- a) Die Proben müssen vor intensiver Lichteinstrahlung, Kontakt mit Chemikalien und mechanischer Beschädigung geschützt werden.
- b) Reinigungsmittel, Lösemittel und andere flüchtige Chemikalien dürfen nicht in der Nähe der Probe aufbewahrt werden, wenn das Risiko einer Verunreinigung besteht, die die Emissionsprüfung beeinflussen könnte.

6.2 Vorbereitung des Prüfstücks

Das Prüfstück darf je nach Art des Produkts und den Anforderungen in der jeweiligen Produktnorm im Labor oder am Ort der Probenahme hergestellt werden.

Es gelten die Anforderungen nach EN ISO 16000-11, jedoch mit folgenden Abweichungen oder Ergänzungen:

- a) Die Herstellung des Prüfstücks muss in einer sauberen Umgebung erfolgen, und alle verwendeten Werkzeuge müssen sauber sein.
- b) Falls möglich und erforderlich, wird die Größe des Prüfstücks entsprechend 4.2.2 und Abschnitt 7 dieser Europäischen Norm angepasst. Bei einer derartigen Anpassung muss die Repräsentativität der Probe in Hinblick auf die vorgesehene Verwendung erhalten bleiben.

Es ist möglich, dass die Größe des Prüfstücks von komplex gestalteten Produkten wie Fenstern nicht angepasst werden kann. In diesen Fällen kann das für das Produkt zuständige TC festlegen, wie die Prüfung eines Produktmodells im Kleinmaßstab bzw. bestimmter Teile, oder Bestandteile des Produkts durchzuführen ist, um ein für das Produkt in Originalgröße repräsentatives Prüfergebnis zu erhalten. Siehe 5.3.5.

- c) Einige Produktnormen fordern den Zusammenbau eines Produkts vor der Prüfung entsprechend der bestimmungsgemäßen Verwendung.
- d) Wenn bei der in einer Produktnorm beschriebenen bestimmungsgemäßen Verwendung nur eine Oberfläche des Produkts der Innenraumluft ausgesetzt ist, werden Rückseite und Ränder des Prüfstücks, insbesondere Schnittflächen, unmittelbar nach der Herstellung des Prüfstücks mit Aluminiumfolie oder emissionsarmem Klebeband abgedeckt, oder das Prüfstück wird in einen Rahmen oder eine dicht abschließende Probenhalterung aus inertem, nichtporösem und emissionsfreiem Werkstoff montiert. Probenhalterungen werden üblicherweise aus Glas, Metallblech oder Metallfolie hergestellt.

ANMERKUNG 1 Wirksame Abdichtverfahren sind:

- Lagerung der Platten mit ihren Rückseiten zueinander, wobei die Kanten mit einem emissionsarmen Aluminiumklebeband bedeckt sind;
- dichte, eng anliegende Abdeckung der Kanten und Rückseite mit Aluminiumfolie;
- Verwendung dicht verschließbarer Probenhalter, nach der Japanischen Norm JIS A 1901, oder gleichwertig.

ANMERKUNG 2 Bei Verwendung von Aluminiumklebeband sollten die Emissionen jeder neuen Klebebandcharge durch Anbringen des Klebebands auf einer inerten Oberfläche und Bestimmen der Emissionen nach dem gleichen Prüfverfahren wie bei den normalen Proben geprüft werden. Alle gemessenen Emissionen aus dem Klebeband sind bei der Bewertung der Emissionen eines mit diesem Band beklebten Prüfstücks zu berücksichtigen.

- e) Bei flüssigen Produkten wird die Auftragsmenge vor und unmittelbar nach dem Auftragen des Produkts überprüft und gewogen. Als aufgetragene Menge wird im Bericht die sich aus den Wägungen ergebende Differenz angegeben.
- f) Für das Auftragen von Flüssigprodukten müssen Auftragsverfahren und -menge in der Produktnorm festgelegt werden.
- g) Sofern in der einschlägigen Produktnorm festgelegt, müssen die Prüfstücke vor Beginn der Prüfung konditioniert werden, damit das Produkt die Eigenschaften gemäß der bestimmungsgemäßen Verwendung annehmen kann. Für alle ähnlichen Produkte muss die Dauer der Konditionierung in gleicher Weise festgelegt werden; sie muss typischen Verwendungsmustern entsprechen. In diesem Fall müssen die Konditionierungsparameter (Klima, Lüftung, Beladungsfaktor sowie die Art des für die Konditionierung verwendeten Behälters für jedes Prüfstück oder jede Laborprobe) genau festgelegt werden und dabei innerhalb der in dieser Europäischen Norm für diese Parameter der Prüfkammer festgelegten Bereiche liegen. Die Vorkonditionierung kann in einer separaten Kammer erfolgen (nicht notwendigerweise in einer anderen Prüfkammer). Die Überführung eines vorkonditionierten Prüfstücks in die eigentliche Prüfkammer gilt als Beginn der Prüfung (t_0).

ANMERKUNG 3 Konditionierungszeiten werden üblicherweise für das Abbinden oder Härten reaktiver Systeme oder für das Trocknen von nass aufgetragenen Produkten festgelegt, da diese Zeiten für die Verwendung der Produkte nicht relevant sind. Bei Produkten, die anfänglich größere Mengen an Wasser freisetzen, wird ausdrücklich eine Vorkonditionierungszeit von mehreren Tagen dringend empfohlen.

7 Prüfkammerbedingungen

7.1 Grundsätze

Zur Erzeugung der Emissionen aus dem Prüfstück unter gleichbleibenden geregelten Bedingungen muss eine belüftete Prüfkammer verwendet werden. Die meisten Prüfkammern sind kleiner als der Referenzraum und können als Modelle für den Referenzraum im verkleinerten Maßstab betrachtet werden. Im Allgemeinen werden die Prüfkammerparameter möglichst ähnlich den in 4.2.2 für den Referenzraum festgelegten Parametern gehalten, jedoch werden Abweichungen in engen Grenzen entsprechend den nachfolgenden Festlegungen toleriert. Robustheitsbewertungen haben ergeben, dass Schwankungen innerhalb der angegebenen Grenzen nur einen zu vernachlässigenden Einfluss auf die Emissionsrate haben.

Die Erzeugung der Emissionen aus dem Prüfstück in einer Prüfkammer muss entsprechend EN ISO 16000-9 unter Berücksichtigung der folgenden zusätzlichen Festlegungen durchgeführt werden.

7.2 Maße des Prüfstücks

Die Maße des Prüfstücks müssen auf die Größe der Prüfkammer und den Produktbeladungsfaktor L , wie in 4.2.2 für den Referenzraum festgelegt, abgestimmt sein. Das Prüfstück muss groß genug sein, damit es mindestens so repräsentativ wie die Laborprobe ist (siehe 7.9 und 7.10).

Die Mindestprobengröße ist in der jeweiligen Produktnorm festzulegen.

7.3 Beladungsfaktor

Der Beladungsfaktor in der Prüfkammer darf innerhalb enger Grenzen von den Werten für den Referenzraum in 4.2.2 abweichen. Er darf nicht weniger als 50 % oder mehr als 200 % des festgelegten Beladungsfaktors betragen und darf $2,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Ausnahmen siehe 7.9. Innerhalb dieses Bereichs bleibt die spezifische Emissionsrate konstant; deshalb erfordern Prüfergebnisse, wenn sie als spezifische Emissionsrate angegeben werden, keine Umrechnung. Als Konzentration in der Luft des Referenzraumes angegebene Prüfergebnisse müssen dagegen mittels der in Abschnitt 9 angegebenen Gleichungen umgerechnet werden.

ANMERKUNG Messungen bei niedrigeren Beladungsfaktoren oder bei der höchsten Lüftungsrate können eine unzulässig hohe Messunsicherheit zur Folge haben und die Bestimmungsgrenze unterschreiten.

7.4 Lüftung

Die Belüftung (Luftwechselrate) in der Prüfkammer darf von dem für den Referenzraum festgelegten Wert (siehe 4.2.3) abweichen. Sie darf nicht weniger als 0,25 Luftwechsel je Stunde und nicht mehr als 2,0 Luftwechsel je Stunde betragen. Innerhalb dieses Bereichs gilt die spezifische Emissionsrate als konstant; deshalb benötigen als spezifische Emissionsrate angegebene Prüfergebnisse keine Umrechnung. Als Konzentration in der Luft des Referenzraumes angegebene Prüfergebnisse müssen dagegen mittels der in Abschnitt 9 angegebenen Gleichungen auf 0,5 Luftwechsel je Stunde umgerechnet werden. Die Luftwechselrate darf nach EN ISO 16000-9 während der Prüfung um nicht mehr als $\pm 5 \%$ schwanken.

ANMERKUNG Während Emissionen aus trockenen Produkten üblicherweise von internen Diffusionsprozessen bestimmt und von der Lüftung (insbesondere von der Luftgeschwindigkeit an der Oberfläche) kaum beeinflusst werden, kann dies bei „flüssigen“ Produkten (Nassauftrag am Einsatzort) in der Trocknungs-/Aushärtungsphase, d. h. während der Emissionsprozess als Verdampfung stattfindet, nicht als gegeben angenommen werden. Unter der Annahme, dass Bewohner eines Gebäudes während der Trocknung/Aushärtung flüssig aufgetragener Produkte in Bauwerken normalerweise nicht anwesend sind (wenngleich dies bei Heimwerkerarbeiten und Renovierungen durchaus der Fall ist), wird die Emissionsprüfung üblicherweise erst nach der Trocknungs-/Aushärtungsphase begonnen.

7.5 Luftgeschwindigkeit

Die Luftgeschwindigkeit über dem Prüfstück muss im Bereich von 0,1 m/s bis 0,3 m/s liegen.

7.6 Reinheit der Prüfkammer

Prüfkammer und Zuluft müssen rein sein, wie in ISO 16000-9 als höchstzulässige Hintergrundkonzentration der verschiedenen analysierten Stoffe definiert.

7.7 Prüfklima (Temperatur, relative Luftfeuchte der Zuluft)

Die Temperatur im Inneren der Prüfkammer und die relative Luftfeuchte der Zuluft müssen in 30-min-Intervallen aufgezeichnet werden. Die mittlere Temperatur während der gesamten Prüfdauer darf vom Sollwert 23 °C um nicht mehr als ± 1 °C abweichen. Dabei darf die Temperatur bei nicht mehr als 10 % der 30-min-Intervalle um mehr als ± 1 °C vom Sollwert 23 °C abweichen. Die Temperatur ist entweder innerhalb der Prüfkammer oder in der thermisch geregelten Umgebung der Prüfkammer zu messen.

Die mittlere relative Luftfeuchte der zur Prüfkammer geleiteten Zuluft während der gesamten Prüfdauer darf vom Sollwert 50 % RH um nicht mehr als ± 5 % RH abweichen. Dabei darf die Luftfeuchte bei nicht mehr als 10 % der 30-min-Intervalle um mehr als ± 5 % RH vom Sollwert 50 % RH abweichen. Die Luftfeuchte ist entweder innerhalb der Prüfkammer oder in der geregelten Zuluft zu messen.

Bei der Entnahme von Luftproben muss für die Zuluft eine Temperatur von $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ und die Luftfeuchte ein Wert von $50\% \pm 5\%$ gemessen werden.

ANMERKUNG 1 Da Temperatur und Luftfeuchte wesentlichen Einfluss auf Emissionen haben, können diese Parameter für keinen Produkttyp und keine Prüfeinrichtung verändert werden, ohne die Vergleichbarkeit der Emissionsdaten zu beeinträchtigen.

ANMERKUNG 2 Bei Prüfstücken, die anfänglich hohe Mengen an Wasser freisetzen, kann es zu einer erhöhten relativen Luftfeuchte in der Prüfkammerluft und der Prüfkammerabluft kommen. Eine ständige Überwachung der Luftfeuchte innerhalb der Prüfkammer oder in der Abluft kann deshalb nützliche Zusatzinformationen liefern. Da dieser Effekt nur kurzzeitig von Bedeutung ist, sollte er kaum einen Einfluss auf die nach 28 Tagen gewonnenen Ergebnisse haben.

7.8 Lagerung des Prüfstücks

Das Prüfstück muss für die gesamte Dauer der Prüfung in der Prüfkammer verbleiben, d. h. bis die letzte Luftprobe genommen wurde.

ANMERKUNG 1 Das Überführen eines Prüfstücks von einer Kammer zur Zwischenlagerung in die Prüfkammer und zurück kann die Emissionsprüfung durch Verunreinigung der Probe oder Kammer beträchtlich stören.

ANMERKUNG 2 Bei weniger flüchtigen VOC und bei SVOC hängt die Zuverlässigkeit der Prüfergebnisse von einer wirksamen Steuerung der Belüftung, des Klimas und der wandbezogenen Adsorptions- und Desorptionseffekte ab; diese kann nur sichergestellt werden, wenn die Proben für die gesamte Dauer der Prüfung in der Prüfkammer verbleiben.

7.9 Großflächige Produkte

Bei der Prüfung großflächiger Produkte (z. B. Türen, Fenster), die sich nicht leicht in kleinere repräsentative Teile zerlegen lassen, kann es zu einer Überschreitung der Produktbeladungsfaktoren (7.3) kommen. In diesem Fall müssen das erforderliche freie Luftvolumen, das Produktvolumen und die Kammergröße genau dokumentiert werden. Großflächige Produkte können die Luftgeschwindigkeit in der Prüfkammer über der Oberfläche des Prüfstücks beeinflussen.

Um eine ausreichende Durchmischung der Luft während der Emissionsprüfung sicherzustellen, sollte die Probe nicht mehr als 30 % des Prüfkammervolumens einnehmen.

7.10 Volumen der Prüfkammer

Das Volumen der gewählten Prüfkammer muss groß genug sein, um ein Prüfstück aufzunehmen, das für das Produkt in der bestimmungsgemäßen Verwendung repräsentativ ist (siehe 7.2 und 7.9). Das Volumen der Prüfkammer muss größer als 20 l sein.

Je kleiner die Prüfkammer, desto kleiner ist ein für diese Kammer geeignetes Prüfstück. Solche kleinen Prüfstücke sind möglicherweise nicht repräsentativ für die gesamte Laborprobe oder für das Produkt in der bestimmungsgemäßen Verwendung, wenn sie nicht homogen sind. Aus diesem Grund kann es vorkommen, dass kleine Prüfkammern, insbesondere für die Prüfung komplex gestalteter oder inhomogener Produkte, nicht groß genug sind.

Wenn eine repräsentative Laborprobe aus mehreren ähnlichen Einzelproben besteht, darf jede Einzelprobe in einer geeigneten Prüfkammer (d. h. mit Abmessungen, die für das Produkt im bestimmungsgemäßen Verwendung repräsentativ sind) getrennt geprüft werden, wonach die Einzelergebnisse durch gewichtete Mittelwertbildung zusammengefasst werden. Das so ermittelte Ergebnis entspricht dem für eine Laborprobe, die sich aus mehreren der Einzelproben zusammensetzt.

ANMERKUNG Die maximale Größe der Prüfkammer ist nicht begrenzt. Erfahrungen mit bestehenden Kammern reichen bis 50 m³ Volumen.

7.11 Anordnung des Prüfstücks in der Prüfkammer

Das Prüfstück muss nach EN ISO 16000-9 in der Mitte der Prüfkammer angeordnet werden. Wenn die Wirksamkeit der Luftdurchmischung in allen Bereichen der Prüfkammer bei Gegenwart des Prüfstücks nachweislich den Festlegungen von EN ISO 16000-9 entspricht, kann das Prüfstück in der Prüfkammer auf den Boden gelegt oder an die Wand gestellt oder anderweitig eingebracht werden, solange die größte Fläche des Prüfstücks parallel zur Luftströmung angeordnet ist.

8 Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen in der Prüfkammerluft

8.1 Allgemeine Anforderungen

Ein abgemessenes Volumen Probenluft aus der Emissionsprüfkammer wird zu festgelegten Zeitpunkten mit einem bestimmten Volumenstrom durch die Probenahmemedien geleitet. Die in der Prüfkammerluft vorhandenen flüchtigen organischen Substanzen werden in den Probenahmemedien aus der durchströmenden Luft selektiv zurückgehalten. Die Art der Probenahmemedien unterscheidet sich, wie in den folgenden Abschnitten beschrieben, je nach den zu messenden Verbindungen.

Der Probenluftstrom aus der Kammer muss mit zwischengeschalteten Probenahmemedien mittels eines geeigneten und unabhängig kalibrierten Messgerätes gemessen werden, wie in EN ISO 16017-1 und EN ISO 13137 beschrieben. Der gesamte Probenluftstrom darf 80 % der Lüftungsrate der Prüfkammer nicht überschreiten.

Wenn die Probenahme der Luft zu einem frühen Zeitpunkt der Emissionsprüfung (innerhalb der ersten 72 h) durchzuführen ist, muss der Probenahmezeitpunkt in der Mitte des eigentlich angestrebten Probenahmezeitraums liegen, z. B. muss die einstündige Probenahme bei 72 h von 71,5 h bis 72,5 h durchgeführt werden.

Es müssen zwei Luftproben für eine Doppelbestimmung genommen und die Ergebnisse miteinander verglichen werden (siehe 8.4.1). Dies muss zeitgleich oder, in Einzelfällen, nacheinander erfolgen. Beim Vergleich der Ergebnisse ist das Volumen der Luftproben zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich die Konzentration der emittierten Verbindungen innerhalb der Prüfkammer bei angemessener Durchmischung der Prüfkammerluft üblicherweise nach einer Zeitdauer gleichmäßig verteilt hat, die einem fünfmaligen Luftwechsel (d. h. normalerweise 10 h) entspricht.

In der folgenden Analyse werden die angereicherten Verbindungen oder ihre Derivate aus dem Probenahmemedium desorbiert oder extrahiert und einem Analysensystem zugeführt, in dem sie qualitativ und quantitativ bestimmt werden.

Alle in Abschnitt 8 berichteten oder festgelegten Konzentrationen in der Luft werden, sofern nicht anders angegeben, als Konzentrationen in der Luft im Referenzraum, nicht in der Prüfkammer verstanden.

Die Prüfkammer und die Zuluft sind vor jeder neuen Emissionsprüfung auf das Vorhandensein von Hintergrundkontaminationen zu prüfen, wie in EN ISO 16000-9 beschrieben.

Jedes Prüfergebnis ist mit höchstens zwei signifikanten Stellen, bei Werten unter 10 µg/m³ nur mit einer Stelle, anzugeben.

ANMERKUNG 2 Diese Regel entspricht der Genauigkeit, die mit diesem Prüfverfahren erreicht werden kann. Beispiele:

- 4,5 und 5,4 werden beide als 5 angegeben;
- 52,5 und 53,4 werden beide als 53 angegeben;
- 255,0 und 264,9 werden beide als 260 angegeben;
- 2 550 und 2 649 werden beide als 2 600 angegeben.

8.2 Bestimmung von VOC und SVOC in der Prüfkammerluft

8.2.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt die Verfahren für die Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen (wie in 3.3.11 definiert) und schwerflüchtiger organischer Verbindungen (wie in 3.3.6 definiert) in der Prüfkammerluft fest. Die Probenahme dieser Verbindungen erfolgt mittels den mit dem Sorptionsmittel Tenax TA¹⁾ gefüllten Probenahmemedien. Die Bestimmung ist nach EN ISO 16000-6, jedoch mit folgenden unten angegebenen Abweichungen oder Ergänzungen, durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Anhang C enthält allgemeine Angaben bezüglich der Probenahme und Analyse von VVOCs (wie in 3.3.10 definiert) in Verbindung mit VOC.

ANMERKUNG 2 Einige VOC wie Essigsäure lassen sich mit den hier festgelegten Prüfbedingungen nicht quantitativ bestimmen. In diesem Fall können ein anderes Sorbens oder eine Kombination verschiedener Sorbentien oder andere Prüfbedingungen zur Absicherung eines Prüfergebnisses verwendet werden.

8.2.2 Analysesystem

8.2.2.1 Allgemeines

Als Analysengeräte sind ein Thermodesorptionsgerät, ein Gaschromatograph und ein Massenspektrometer zu verwenden.

8.2.2.2 GC-Kapillarsäule

Es darf nur eine 5 %Phenyl-/95 %Methyl-Polysiloxan-Kapillarsäule verwendet werden. Geeignete Maße der Säule (Länge, Durchmesser, Filmdicke) sind für eine optimierte Trennung der interessierenden Verbindungen in der Luftprobe festzulegen, z. B. VOC nach 3.3.11 und andere einschlägige oder wichtige VVOC oder SVOC.

1) Tenax TA ist ein Handelsname von Buchem BV (NL). Diese Angabe dient nur der Information des Anwenders dieser Europäischen Norm und stellt keine Anerkennung dieses Produkts dar. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

8.2.2.3 Überprüfung der Leistung des Analysensystems

Durch regelmäßige (Ein- oder Mehrpunkt)-Kalibrierung lässt sich die analytische Leistung des Systems in Hinblick auf den dynamischen Bereich, Linearität, Wiederholbarkeit und Empfindlichkeit bewerten. Wesentliche Bewertungskriterien sind unten angegeben.

Andere Leistungsmerkmale des chromatographischen Systems sind mit Hilfe eines geeigneten „Prüfgemisches“ zu bewerten. Die entsprechende Überprüfung ist bei Inbetriebnahme des Systems zur Durchführung der Prüfung, bei Änderungen am System, aber mindestens einmal im Quartal vorzunehmen. Dies gilt auch für Fälle, in denen über das Probenmaterial oder mit Hilfe von Kalibrierstandards gewonnene GC-Daten auf eine Verschlechterung der Leistung des Systems hindeuten. Das „Prüfgemisch“ ist ein für die Zwecke der Gaschromatographie hergestelltes Gemisch aus Analyten, die für die Spannbreite der interessierenden Verbindungen repräsentativ sind. Es muss alle Substanzen enthalten, die vom geprüften Produkt freigesetzt werden und bei der Analyse besonders problematisch sind. Folgende Substanzen müssen in dem Gemisch mindestens enthalten sein (neben der Verbindung wird das jeweils empfohlene m/z -Verhältnis (m/z : Masse-zu-Ladung-Verhältnis der Ionen im Analyten) der „quantifier ions“ angegeben):

— <i>n</i> -Hexan	m/z 57
— Methylisobutylketon (MIBK)	m/z 43
— Toluol	m/z 91
— Butylacetat	m/z 43
— Cyclohexanon	m/z 55
— <i>o</i> -Xylol	m/z 106
— Phenol	m/z 94
— 1,2,3-Trimethylbenzol	m/z 105
— <i>n</i> -Hexadecan	m/z 57

ANMERKUNG 1 Beispiele für weitere mögliche Substanzen:

— 2-Butanol	m/z 56
— 1,2-Propandiol	m/z 45
— Octanal	m/z 84
— 2-Ethylhexylacrylat	m/z 70
— Isolongifolen	m/z 204

Die ausgewählten Substanzen sind in einem für die Chromatographie geeigneten Standardlösemittel (z. B. Methanol oder Dichlormethan) in einer geeigneten Konzentration — üblicherweise zwischen 10 ng/μl und 1 000 ng/μl — die von der Empfindlichkeit der Geräte und den Analysebedingungen (z. B. Splitverhältnisse) abhängt (siehe ISO 16000-6), herzustellen oder zu erwerben. Mittels einer geeigneten Injektionsspritze hinreichender Genauigkeit müssen nach ISO 16000-6 aliquote Anteile des Prüfgemisches mit einem Volumen zwischen 1 μl und 5 μl in einem Strom von inertem Trägergas auf das der Probenluft zugewandte Ende von Sorptionsrohren injiziert werden.

Die Ergebnisse der regelmäßigen Überprüfung des GC-Systems mit Hilfe eines Prüfgemisches sind graphisch aufzutragen (siehe 8.2.2.3) und die Diagramme für jedes Analysensystem bis zu dessen Außerbetriebnahme aufzubewahren.

ANMERKUNG 2 Cyclohexanon reagiert unter Lichteinwirkung mit Methanol. Wenn daher das Prüfgemisch in einer Standardlösung aus Methanol hergestellt wird, ist diese in Braunglasampullen aufzubewahren.

ANMERKUNG 3 Tenax-Rohre, die mit allen oder den meisten der oben genannten Substanzen in definierten Konzentrationen beladen wurden, sind auch als Referenzstandards im Handel erhältlich.

ANMERKUNG 4 Wenn bestimmte Vorschriften eine begrenzte Anzahl von Zielverbindungen festlegen, ist es nicht nötig, alle der oben genannten Substanzen im Prüfgemisch zu verwenden.

ANMERKUNG 5 Es ist ratsam, ein Injektionsvolumen der Standardlösung von jeweils 1 µl zu verwenden, es sei denn, das Lösemittel kann im Einzelfall vor der Analyse selektiv aus dem Sorptionsrohr gespült werden. Kleine Injektionsvolumina halten die Unterschiede zwischen den Kalibrierstandards und den Prüfkammerluft-Proben während der Analyse möglichst gering, wodurch sich die Unsicherheit des Verfahrens entsprechend verringert.

8.2.2.4 Leistungsanforderungen an das Analysesystem

Folgende Kriterien für die Leistung des Analysensystems müssen nachgewiesen werden:

- Die Empfindlichkeit des Systems sollte so bemessen sein, dass die Anforderungen hinsichtlich der Quantifizierung (siehe 8.2.5.4) erfüllt werden.
- Chromatographische Auflösung.

Die chromatographische Auflösung des Systems muss die Trennung von Cyclohexanon und o-Xylol ermöglichen, mindestens aber so beschaffen sein, dass zwei getrennte Peakspitzen erkannt werden können.

ANMERKUNG 1 Weitere Kriterien für eine gute chromatographische Auflösung sind die Trennung zwischen Methylmethacrylat (CAS 80-62-6) und Methylcyclohexan (CAS 108-87-2) oder zwischen Butylhydroxyltoluol (CAS 128-37-0) und Laurinsäuremethylester (CAS 111-82-0).

ANMERKUNG 2 Eine Verformung des Phenolpeaks (z. B. ein stärkeres „peak tailing“) ist ein guter Indikator für eine Verschlechterung der Leistung des Analysensystems.

ANMERKUNG 3 Wenn Helium (oder Wasserstoff) hinreichender Reinheit (hochrein, mindestens 99,999%) als Trägergas verwendet wird, am besten unter Verwendung einer Sauerstoff-Falle, kann normalerweise die Leistung des GCMS-Systems mit thermischer Desorption innerhalb eines Zeitraums zwischen den jährlichen Routineüberprüfungen in Abhängigkeit vom Probendurchsatz konstant gehalten werden. Wenn sich die Leistung jedoch verschlechtert und diese Kriterien nicht erfüllt werden können, ist es ratsam, folgende Teile des Systems zu überprüfen:

- a) alle Verbindungen entlang des Fließweges der Luftprobe;
- b) Fokussierfalle des Thermodesorptionsgeräts;
- c) GC-Kapillarsäule.

Es kann sein, dass seine Neufüllung der Fokussierfalle oder deren Austausch erforderlich ist oder dass die ersten 30 cm der Trennsäule entfernt oder die Säule ausgetauscht werden muss.

- Linearität

Der lineare Regressionskoeffizient muss bei Toluol über den gesamten Kalibrierbereich höher als 0,99 sein.

- Stabilität des Systems

Die Stabilität des Systems sollte durch Anfertigung einer Kontrollkarte mit dem Response aller im Prüfgemisch enthaltenen Substanzen für jeden Kontrolllauf dokumentiert werden. Als Akzeptanzgrenze gilt die doppelte Standardabweichung.

Für die Auswertung des Kontrolldiagramms gelten nur diese zwei Kriterien:

- 1) Wenn eine Messung außerhalb der dreifachen Standardabweichung liegt, bedeutet dies eine Überschreitung der Akzeptanzgrenze.
- 2) Wenn eine nachfolgende zweite Messung außerhalb der doppelten Standardabweichung und auf derselben Seite liegt, bedeutet dies eine Überschreitung der Akzeptanzgrenze.

Alle Einpunktkalibrierungen aller geprüften Verbindungen sollten die Leistungsanforderungen nach 8.4.1 erfüllen.

— Dynamischer Bereich

Es muss möglich sein, Peaks bei Konzentrationen zu quantifizieren, die mindestens 100fach über der entsprechenden Quantifizierungsgrenze liegen.

— Wiederholbarkeit

Für Anforderungen zur Wiederholbarkeit für das Probenmaterial und die Kalibrierstandards siehe 8.4.1.

8.2.2.5 Anforderungen an die Detektoreinstellung

Der erfasste Massenbereich liegt zwischen 40 amu und 550 amu (amu: atomare Masseneinheit). Das Massenspektrometer sollte immer dann justiert werden, wenn das Vakuum unterbrochen wurde (z. B. bei Austausch der Trennsäule oder der Reinigung oder dem Einbau der Ionenquelle). Die Justierung muss wiederholt werden, wenn sich der Grad der Übereinstimmung der Spektren für Substanzen im Kalibrierstandard oder im Prüfgemisch zu verschlechtern beginnt.

8.2.2.6 Eignungsprüfungsprogramme für Labore und Teilnahme an Ringversuchen

Einschlägige Eignungsprüfprogramme für Laboratorien sind auf dem Markt verfügbar; die Teilnahme an solchen Programmen wird dringend empfohlen. Hierzu Thermodesorptionsrohre, die mit allen oder den meisten der im Prüfgemisch enthaltenen Substanzen (siehe 8.2.2.3) beladen wurden, zur Beurteilung und zur Abgabe eines Prüfberichts durch die teilnehmenden Labore verteilt.

Eine Teilnahme an Ringversuchen zur Durchführung von Emissionsprüfungen wird ebenfalls dringend empfohlen. Im vorliegenden Fall werden üblicherweise geeignete (homogene oder stabile) Muster von Bauprodukten durch ein behördlich zugelassenes Labor zur Prüfung und Dokumentation an die teilnehmenden Labors versandt.

8.2.3 Konditionierung der Probenahmerohre und Laborblindwert-Rohre

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Blindwerte von konditionierten Sorptionsrohre.

Vor der Luftprobenahme ist eine repräsentative Anzahl konditionierter Sorptionsrohre unter Anwendung für die Routineanalyse typischer Parameter zu analysieren, um sicherzustellen, dass die Blindwerte die folgenden Anforderungen erfüllen. Der Blindwert für ein Sorptionsrohr gilt als akzeptabel, wenn keiner der störenden Artefakt-Signal 2 ng, und der TVOC nach Subtraktion nichtstörender VOC-Artefakte 20 ng, überschreitet. Ist der Blindwert nicht akzeptabel, sind die Sorptionsrohre durch Desorption 10 min lang in einem inerten Trägergas mit einem Volumenstrom von 50 ml/min bis 100 ml/min bei einer Temperatur nochmals zu konditionieren, die etwa 20 °C höher liegt, als die bei der Analyse angewandte Temperatur. Danach ist die Analyse zu wiederholen. Wenn der Blindwert nach der wiederholten Konditionierung weiterhin nicht akzeptiert werden kann, müssen die Sorptionsrohre neu gepackt werden.

Ein oder zwei der konditionierten Sorptionsrohre der für die einzelne Probenahme ausgewählten Charge müssen für Blindwertmessungen aufbewahrt werden. Die Rohre werden entsprechend gekennzeichnet. Sie müssen gemeinsam mit den zur Probenahme verwendeten Rohre analysiert werden und dabei die oben festgelegten Anforderungen einhalten (d. h. < 2 ng für jeden einzelnen VOC und < 20 ng für den TVOC nach Subtraktion der nichtstörenden VOC-Artefakte).

Bei der Konditionierung der Sorptionsrohre oder der Analyse darf die Höchsttemperatur des Sorptionsmittels nicht überschritten werden.

Tenax TA-Sorptionsrohre können Benzolartefakte in geringer Menge erzeugen, selbst wenn das Rohr vor der Probenahme frei von Benzol war. Falsch-positive Ergebnisse können die Benzolbestimmung im niedrigen $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Bereich beeinträchtigen. Es ist ratsam, jeden derart niedrigen Benzolwert mit einer getrennt durchgeführten zweiten Prüfung abzusichern (siehe Anhang F).

8.2.4 Probenahme aus der Prüfkammerluft

Es ist sicherzustellen, dass das Sorptionsrohr etwa die gleiche Temperatur wie die Kammerluft hat, um das Risiko einer Wasserkondensation innerhalb des Rohrs zu vermeiden.

Ein Volumenstrom von 20 ml/min bis 200 ml/min wird als geeignet für die Luftprobenahme angesehen.

ANMERKUNG VOC und SVOC mit einer Flüchtigkeit im Bereich von *n*-Hexan bis *n*-Docosan werden von einem Sorptionsrohr, das 200 mg (oder eine Bettlänge von 50 mm bis 60 mm) Tenax TA enthält, normalerweise vollständig zurückgehalten, vorausgesetzt, die Luftprobenvolumina werden auf höchstens 5 l begrenzt.

Luftproben müssen gleichzeitig oder unmittelbar aufeinander folgend als Parallelproben, jedoch mit unterschiedlichem Pumpendurchfluss (z. B. 5 l und 2 l, oder 5 l und 1 l), genommen werden, damit zwei unterschiedliche Luftvolumen erhalten werden.

Zur Bestimmung der Hintergrundkonzentrationen in der Prüfkammer, oder wenn bekannt ist, dass bei der Probe mit niedrigen Emissionen zu rechnen ist, dürfen zur Optimierung der Empfindlichkeit zwei Proben parallel mit einem Volumen von jeweils 5 l genommen werden.

8.2.5 Identifizierung, Kalibrierung und Analyse

8.2.5.1 Identifizierung

Chromatographische Peaks müssen über die Retentionszeit und durch Vergleich mit Massenspektren aus Eichstandards oder aus kommerziellen Spektrenbibliotheken identifiziert werden. Eine Substanz gilt als identifiziert, wenn die Spektren zu mindestens etwa 80 % übereinstimmen und die Retentionszeiten passen. Eine geringere Übereinstimmung der Spektren kann zur Identifizierung nur herangezogen werden, wenn die Identität der Verbindung in anderer Weise bestätigt wird (z. B. über das Vorhandensein von Isomeren oder typischen Verunreinigungen, über die Kenntnis typischer Emissionsprofile ähnlicher Produkte oder über Identifizierung der Substanz zu einem anderen Zeitpunkt der Prüfung). Andernfalls ist die Substanz als nicht identifiziert zu kennzeichnen.

8.2.5.2 Quantifizierung

Chromatographische Peaks sind mittels der Quantifizierungs- oder der Qualifizierungsionen zu integrieren, die vorzugsweise aus dem TIC (TIC, en: total ion chromatogram)-Signal des Massenspektrometers extrahiert wurden. Die Auswahl der Quantifizierungs- und der Qualifizierungsionen für die einzelnen Substanzen ist zu dokumentieren und im Labor verfügbar zu halten und, sofern gefordert, im Prüfbericht anzugeben. Wenn möglich, sind Quantifizierungs- und Qualifizierungsionen zu wählen, die in benachbarten Peaks nicht auftreten und für ein Hauptfragment der jeweiligen Verbindung stehen.

ANMERKUNG 1 Die Verwendung extrahierter Ionen zur Quantifizierung verbessert die Selektivität und das Signal-Rausch-Verhältnis (d. h. die Empfindlichkeit).

ANMERKUNG 2 In 8.2.2.3 werden empfohlene Quantifizierungsionen für das Prüfmaterial (Prüfgemisch) angegeben.

Daten von extrahierten Ionen (einschließlich solcher über die Masse vorhandener Untereinheiten, wenn vorhanden) sind für die Auflösung ko-eluierender Peaks oder Cluster und eine möglichst genaue qualitative Bestimmung und Quantifizierung einzelner Substanzen zu verwenden.

ANMERKUNG 3 Wenn alternativ Software zur spektralen Entfaltung verfügbar ist, kann dies zur Definition, Identifizierung und Quantifizierung einzelner Verbindungen sowohl in den ko-eluierenden Peaks wie auch in nicht aufgelösten Clustern im Totalionenchromatogramm eingesetzt werden.

Sind ko-eluierende Peaks nicht unterscheidbar, so sind alle Hauptbestandteile qualitativ zu bestimmen, und der gesamte betroffene Bereich des Chromatogramms ist zu quantifizieren, indem eine Senkrechte auf die Grundlinie in den Tälern zwischen den Peaks gefällt wird (siehe Bild 2).

Bei der Auswertung und Quantifizierung komplexer Chromatogramme mit Clustern, die sich nicht auflösen lassen, sollten diese Cluster nicht in einzelne Peaks aufgeteilt werden; statt dessen sollte die gesamte Fläche unter Verwendung des am meisten geeigneten Responsefaktors (für eine Gruppe von Zielverbindungen) oder mit Hilfe des TIC-Responsefaktors für Toluol (für eine Gruppe von nicht- Zielverbindungen) berechnet und quantifiziert werden. Typische Cluster könnten von technischen Gemischen wie Kohlenwasserstoffen oder Glykolen herrühren (siehe Bild 3). Cluster, die sich über Hexadecan (als Grenze zwischen VOC und SVOC) hinweg erstrecken, müssen in einen VOC-Teil und einen SVOC-Teil unterteilt werden, wobei eine Senkrechte auf die Grundlinie bei der Retentionszeit von Hexadecan gefällt wird.

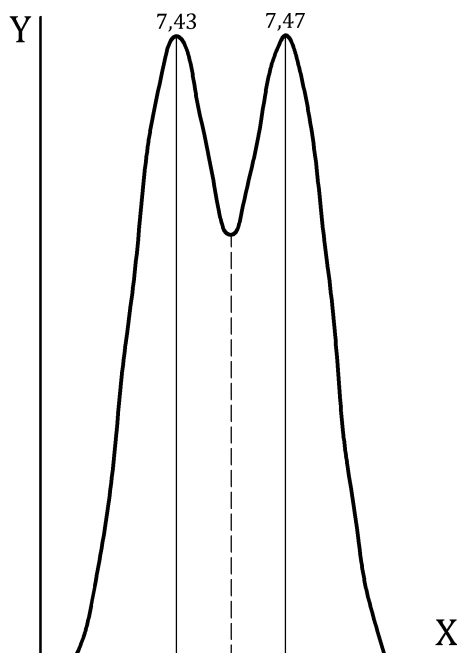


Bild 2 — Darstellung eines zweckmäßigen Integrationsverfahrens bei chromatischen Komponenten, die sich nicht auflösen lassen

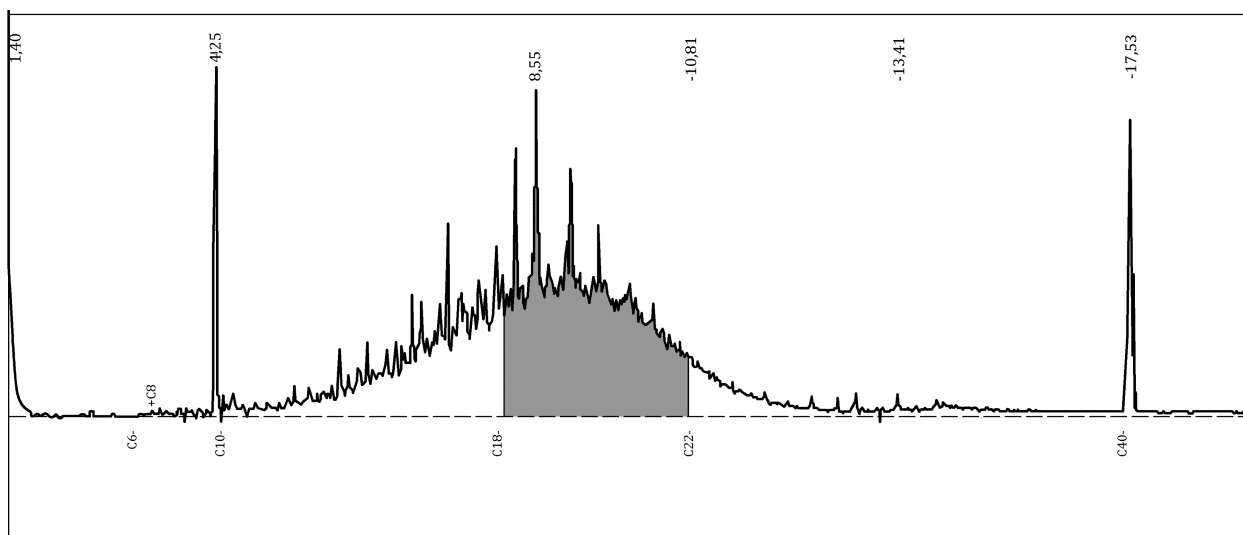


Bild 3 — Darstellung eines zweckmäßigen Integrationsverfahrens bei komplexen Gemischen chemischer Homologe, die sich nicht auflösen lassen

8.2.5.3 Berichtsgrenze und Quantifizierungsgrenze

Der Quantifizierungsgrenze muss, soweit technisch machbar, für jeden VOC und SVOC bei $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen (siehe 8.2.5.4). Alle Stoffe mit mehr als $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ müssen mit ihrer Konzentration (wie für den Referenzraum nach 4.2.2 berechnet) angegeben werden.

ANMERKUNG Die Messunsicherheit steigt mit fallender Konzentration des Analyten. Es wird empfohlen, Prüfergebnisse unter $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als „ $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ “ oder „geringer als $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ “ anzugeben.

Karzinogene Substanzen der Kategorien CARC 1A und CARC 1B (nach Verordnung (EG) Nr. 1272/2008) und erbgutverändernde und die Fortpflanzung gefährdende Substanzen, die Zielverbindungen sind, müssen, wenn erforderlich und technisch machbar, bis zu einer Konzentration von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quantifiziert und angegeben werden.

8.2.5.4 Bestimmung der Quantifizierungsgrenze

Als Quantifizierungsgrenze gilt das Zehnfache der Standardabweichung aus einer Messreihe mit 12 Sorptionsrohren, die mit den interessierenden Verbindungen aus dem Prüfgemisch mit Konzentrationen jeweils an oder nahe an der Quantifizierungsgrenze beladen wurde.

Die Quantifizierungsgrenze muss bei den Substanzen im Prüfgemisch, außer für Phenol, unter 5 ng liegen (siehe 8.2.2.3). Ein Grenzwert von 5 ng entspricht $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Probenluft bei einem angenommenen Probenluftvolumen von 5 l. Die Quantifizierungsgrenze für Phenol muss unter 25 ng liegen, wasunter Annahme eines Probenluftvolumens von 5 l $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Probenluft entspricht.

Für die relevanten karzinogenen Substanzen muss die Quantifizierungsgrenze (bei einem angenommenen Probenluftvolumen von 5 l), sofern technisch machbar, unter 5 ng oder $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Luft des Referenzraumes (4.2) liegen.

Sofern die Quantifizierungsgrenze von mindestens sieben der neun im Prüfgemisch enthaltenen Verbindungen eingehalten wird, darf das System weiterhin für die Analyse von Probenmaterial eingesetzt werden. Bei Substanzen, die diese Kriterien nicht erfüllen, ist die jeweils ermittelte Quantifizierungsgrenze festzuhalten.

Erreichen Substanzen aus dem Prüfgemisch die angegebene Quantifizierungsgrenze nicht, sind die Gründe dafür zu untersuchen.

8.2.5.5 Identifizierte Verbindungen (Zielverbindungen und nicht -Zielverbindungen)

Bei der erstmaligen Einrichtung des Analysensystems muss das System mittels mindestens einer Fünfpunkt-Kalibrierung (Multi-Level-Kalibrierung) über einen Bereich von mindestens 20 (d. h. der Faktor zwischen der geringsten und höchsten Masse in dem Bereich muss mindestens 20 betragen) kalibriert werden. Die Daten aus dieser anfänglichen Kalibrierung müssen zur Bestimmung des relativen Responsefaktors (RRF) für jede interessierende Verbindung relativ zu Toluol verwendet werden.

Mindestens ein geeigneter Standard (z. B. von mittlerer Konzentration), der Toluol und die erwarteten Zielverbindungen (oder mindestens einige Verbindungen, die für die Flüchtigkeit und den Polaritätsbereich der betreffenden Zielverbindungen repräsentativ sind) enthält, muss zu Beginn jeder Probencharge und zwischen den Probenahmerohren (z. B. nach jeder 10. Probe) zur Überprüfung der Stabilität des relativen Responsefaktors gemessen werden. Die mehrstufige Kalibrierung für eine oder mehrere interessierende Einzelverbindungen muss immer dann wiederholt werden, wenn die einstufige Kalibrierung für diesen Verbindungstyp eine nicht akzeptable Abweichung des absoluten oder relativen Responsefaktors seit der letzten mehrstufigen Kalibrierung aufweist, siehe auch 8.2.6.

ANMERKUNG 1 Die für die Flüchtigkeit und den Polaritätsbereich der betreffenden Zielverbindungen repräsentativen Substanzen könnten dieselben wie im Prüfgemisch enthaltenen Substanzen (siehe 8.2.2.3) sein.

ANMERKUNG 2 Die Verwendung eines internen Standards (z. B. Toluol-D8 oder Cyclodecan) kann für die Überprüfung der Stabilität des Analysensystems hilfreich sein.

Die identifizierten Zielverbindungen müssen mit dem jeweiligen substanzspezifischen oder relativen Responsefaktor für jede Verbindung getrennt quantitativ bestimmt werden. Identifizierte nicht-Zielverbindungen sind mit dem Responsefaktor für Toluol (d. h. als „Toluoläquivalent“) zu quantifizieren.

ANMERKUNG 3 Das mit dem jeweiligen Kalibrierfaktor berechnete und quantifizierte Prüfergebnis kann eine nützliche Zusatzinformation für qualitativ bestimmte, nicht-Zielverbindungen liefern.

ANMERKUNG 4 Die Bestimmung von VOC als Toluoläquivalent ist bei nichtidentifizierten (und gemäß Prüfprotokoll nicht-Zielverbindungen) erforderlich. Sie ist semiquantitativ, da einzelne Verbindungen im Gemisch Responsefaktoren haben können, die vom Toluol-Responsefaktor beträchtlich abweichen.

8.2.5.6 Nichtidentifizierte Verbindungen

Nichtidentifizierte Verbindungen müssen mit dem Responsefaktor für Toluol quantifiziert und als Toluoläquivalent angegeben werden.

8.2.6 Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) und Summe der schwerflüchtigen organischen Verbindungen (TSVOC)

8.2.6.1 Allgemeines

Die Emissionswerte für TVOC und TSVOC beinhalten eine undefinierte Mischung von Substanzen unterschiedlicher oder nicht genau definierter Giftigkeit. Sie sind keine zuverlässigen Indikatoren dafür, welche Wirkung die Emissionen aus Produkten auf die menschliche Gesundheit ausüben.

Im Zusammenhang mit der Bestimmung von Emissionen aus Produkten besteht für den Begriff der TVOC historisch eine gewisse Beziehung zu verschiedenen Kenngrößen. Dazu gehören:

- 1) Die Summe aller in einem bestimmten Bereich des Chromatogramms eluierenden Verbindungen, die mit Hilfe des TIC-Responsefaktors für Toluol nach Korrektur für die in gleicher Weise ermittelten Blindwerte quantifiziert wurden; dabei bleiben Verbindungen, deren Konzentration unter Verwendung des TIC-Responsefaktors unter $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen, unberücksichtigt. Dieses Verfahren wird in der vorliegenden Europäischen Norm beschrieben.
- 2) Die Summe aller identifizierten und mittels stoffspezifischer Kalibrierstandards quantifizierten Zielverbindungen, zuzüglich aller identifizierten nicht-Zielverbindungen und aller nicht-identifizierten Verbindungen, quantifiziert unter Verwendung des TIC-Responsefaktors für Toluol, die in einem bestimmten Bereich des Chromatogramms eluieren, nachdem sie für die in gleicher Weise ermittelten Blindwerte korrigiert wurden. Diese Vorgehensweise wird in einigen nationalen Bestimmungen beschrieben. Man könnte argumentieren, dass sie zu einem Wert führt, der am ehesten die jeweilige Gesamtkonzentration der unter Prüfbedingungen freigesetzten VOC widerspiegelt. Jedoch erfordert sie zur Erzielung reproduzierbarer Ergebnisse eine harmonisierte Liste von Zielverbindungen.
- 3) Die Masse, die der Gesamtfläche eines definierten Bereichs des Totalionenchromatogramms auf einer festgelegten Trennsäule entspricht, welche mit dem TIC-Responsefaktor für Toluol nach Abzug der entsprechenden Fläche im Blindwertchromatogramm nach ISO 16000-6 quantifiziert wurde.

Diese Kenngrößen sind mit unterschiedlichen Werten verknüpft und daher nicht austauschbar. Da die Anforderungen an die Quantifizierung von Zielverbindungen von der oben genannten Liste abhängen, die in den verschiedenen Ländern voneinander abweichen, führt die Verfahrensweise 2) je nach Land zu unterschiedlichen Werten. Wegen des Fehlens einer auf europäischer Ebene einheitlich geltenden Zusammenstellung von Zielverbindungen kann die Verfahrensweise 2) nicht in die vorliegende Europäische Norm übernommen werden. Die Verfahrensweisen 1) und 3) hingegen ergeben einen TVOC-Wert, der unabhängig von nationalen Zusammenstellungen von Grenzwerten verwendet werden kann.

In ähnlicher Weise gibt es für den Begriff „TSVOC“ historisch einen gewissen Zusammenhang mit drei oder mehr unterschiedlichen Kenngrößen.

8.2.6.2 Berechnung der TVOC und TSVOC

Nach dieser Europäischen Norm muss der TVOC durch Aufsummieren der Konzentrationen aller Substanzen (Zielverbindungen und nicht-Zielverbindungen, identifizierte und nichtidentifizierte Verbindungen) in der Luft des Referenzraums berechnet werden. Dabei handelt es sich um Substanzen, die unter Verwendung einer festgelegten Trennsäule zwischen und einschließlich *n*-Hexan und *n*-Hexadecan eluieren, berechnet mittels des TIC-Responsefaktors für Toluol, wobei mit demselben Faktor berechnete Blindwerte abzuziehen sind und Verbindungen mit einer Konzentration von weniger als 5 µg/m³ unberücksichtigt bleiben.

Alle in Anhang G aufgeführten Substanzen gelten als flüchtige organische Verbindungen (VOC) und sind in die Berechnung von TVOC einzubeziehen, selbst wenn sie vor *n*-Hexan und nach *n*-Hexadecan unter den in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfbedingungen eluieren.

Nach dieser Europäischen Norm muss der TSVOC durch Aufsummieren der Konzentrationen aller Substanzen (Zielverbindungen und nicht-Zielverbindungen, identifizierte und nichtidentifizierte Verbindungen) in der Luft des Referenzraums berechnet werden. Dabei handelt es sich um Substanzen, die nach *n*-Hexadecan bis einschließlich *n*-Docosan unter Verwendung einer festgelegten Trennsäule eluieren, berechnet mittels des TIC-Responsefaktors für Toluol, wobei mit demselben Faktor berechnete Blindwerte abzuziehen sind und Verbindungen mit einer Konzentration von weniger als 5 µg/m³ unberücksichtigt bleiben.

Alle in Anhang G aufgeführten Substanzen gelten als flüchtige organische Verbindungen (VOC), die nicht in die Berechnung von TSVOC einzubeziehen sind, selbst wenn sie nach *n*-Hexadecan unter den in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfbedingungen eluieren.

8.3 Bestimmung von Formaldehyd und einigen anderen flüchtigen Carbonylverbindungen in der Prüfkammerluft

8.3.1 Allgemeines

Wenn die Bestimmung von Formaldehyd, Acetaldehyd, Propionaldehyd, Butyraldehyd oder Aceton in der Prüfkammerluft erforderlich ist, muss diese nach ISO 16000-3 vorgenommen werden.

ANMERKUNG ISO 16000-3 beschreibt die gleichzeitige Bestimmung von Formaldehyd und einer Reihe anderer flüchtiger Carbonyle durch Probenahme mit einer Pumpe auf eine Kartusche oder ein Probenahmerohr zum Sammeln der Aldehyde durch eine chemische Reaktion zur anschließenden Analyse mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC).

Andere Aldehyde und Ketone sollten nach 8.2 analysiert werden.

Es gelten für das Prüfverfahren die Festlegungen von ISO 16000-3, mit folgenden Ergänzungen.

8.3.2 Analysensystem

Es ist ein HPLC-System nach ISO 16000-3 mit einer C-18-Reversephase (RP)-Säule (z. B. 25 cm × 4,6 mm Innendurchmesser, 5 µm Partikelgröße) und einem UV-Absorptionsdetektor oder einem Diodenarray-Detektor zur Messung bei 360 nm zu verwenden.

Einzelheiten zur Messung und zur erforderlichen Überprüfung der Leistung des Analysensystems sind in ISO 16000-3 festgelegt.

8.3.3 Probenahme aus der Prüfkammerluft

Es ist sicherzustellen, dass das Sorptionsrohr etwa die gleiche Temperatur wie die Kammerluft hat, um das Risiko einer Wasserkondensation innerhalb des Rohrs zu vermeiden.

Eine Luftdurchflussrate von 0,1 l/min bis 1,5 l/min gilt als geeignet für die Messung.

Die Luftproben sind zeitgleich oder sofort hintereinander als Parallelproben zu nehmen.

8.3.4 Blindwert-Probenahmekartuschen

Handelsübliche mit 2,4-Dinitrophenylhydrazin (DNPH) beschichtete Kartuschen könnten geringe Mengen an Formaldehyd, Acetaldehyd oder Aceton enthalten.

Drei Kartuschen je Probencharge sind zu untersuchen; dabei ist für jede Substanz die mittlere Masse zu ermitteln. Der mittlere Blindwert für Formaldehyd und Acetaldehyd muss unter 0,05 µg bzw. 0,15 µg liegen, was einem Gehalt an Formaldehyd von 1 µg/m³ bzw. 3 µg/m³ an Acetaldehyd in einer Luftprobe bei einem Luftprobenvolumen von 50 l entspricht.

8.3.5 Qualitative Bestimmung (Identifizierung), Kalibrierung und Analyse

8.3.5.1 Qualitative Bestimmung

Chromatographische Peaks müssen über die Retentionszeit identifiziert werden. Wird ein Diodenarray-Detektor verwendet, kann zusätzlich eine qualitative Bestimmung auch durch Vergleich mit aus Kalibrierstandards gewonnenen Spektren verwendet werden.

8.3.5.2 Quantifizierung

Bei der erstmaligen Einrichtung des Analysensystems muss das System mittels mindestens einer Dreipunkt-Kalibrierung über einen Bereich von mindestens 20 kalibriert werden (d. h. der Faktor zwischen der geringsten und höchsten Masse in dem Bereich muss mindestens 20 betragen).

Mindestens ein geeigneter Standard (z. B. von mittlerer Konzentration), der die erwarteten Zielverbindungen enthält, muss zu Beginn jeder Probencharge und zwischen den Probenahmerohr (z. B. nach jeder 10. Probe) zur Überprüfung der Stabilität des relativen Responsefaktors gemessen werden. Die mehrstufige Kalibrierung für eine oder mehrere interessierende Einzelverbindungen muss immer dann wiederholt werden, wenn die einstufige Kalibrierung für diesen Verbindungstyp eine nicht akzeptable Abweichung der Responsefaktoren seit der letzten mehrstufigen Kalibrierung ergibt.

ANMERKUNG 1 Es können Verdünnungsreihen handelsüblicher Standardlösungen verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Die Verwendung anderer Lösungen kann bei der Untersuchung von Aldehyden nach 8.3.1 erforderlich sein.

8.4 Andere allgemeine Festlegungen zur Qualitätskontrolle

8.4.1 Qualitätskontrolle im Labor

Entsprechend den obigen Ausführungen und entsprechend der Normenreihe EN ISO 16000 muss eine angemessene Qualitätskontrolle durchgeführt und dokumentiert werden. Eine Überprüfung der Leistung des Verfahrens muss Folgendes umfassen:

- a) Zwischen die Proben einer Charge eingefügte einstufige Standards müssen untereinander und mit den Ergebnissen der letzten mehrstufigen Kalibrierung verglichen werden. Die Ergebnisse für diese einstufigen Standards dürfen bei mindestens 90 % der Substanzen um höchstens ± 15 % von ihrem Mittelwert und um höchstens ± 15 % vom Wert der letzten mehrstufigen Kalibrierung abweichen. Wenn die Ergebnisse nicht akzeptabel sind, muss erneut eine mehrstufige Kalibrierung vorgenommen werden.
- b) Vor der Angabe eines Prüfergebnisses müssen die Ergebnisse von parallel gezogenen Luftproben bezüglich der einzelnen Verbindungen und des TVOC miteinander verglichen werden. Die aus den Parallelproben bestimmte Konzentration der einzelnen Verbindung darf unter Berücksichtigung des Luftprobenvolumens um höchstens ± 15 % vom Mittelwert abweichen. Bei jeder größeren Abweichung muss nur die höhere Konzentration angegeben werden, es sei denn, es gibt einen nachvollziehbaren technischen Grund (z. B. Artefakt, Verunreinigung), warum der höhere Wert unberücksichtigt bleiben sollte. Dies sollte dokumentiert werden.