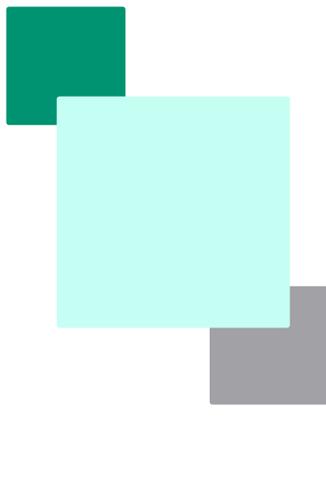




GEV – Prüfmethode

**Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen zur Einstufung in
das EMICODE-System**

(Stand: 27.04.2020 – ersetzt: 30.10.2019)



Inhalt

1.	Kurzbeschreibung	3
2.	Allgemeines	3
2.1	Anwendungsbereich	3
2.2	Abkürzungen	3
2.3	Geräte.....	4
3.	Durchführung.....	5
3.1	Prüfmuster	5
3.1.1	Reaktive oder physikalisch trocknende Produkte (Produkte für den Nassauftrag).....	5
3.1.2	Nicht-reaktive oder nicht-physikalisch trocknende Produkte (feste Produkte).....	5
3.2	Herstellung der Prüfkörper	5
3.2.1	Vorgehensweise bei großflächigen Anwendungen (Beladung 0,4 m ² /m ³).....	5
3.2.1.1	Vorgehensweise bei wässrigen, zu verdünnenden Produkten mit 100 g/m ² Auftragsmenge	5
3.2.1.2	Vorgehensweise bei anderen flüssigen Produkten mit 100 g/m ² Auftragsmenge	6
3.2.1.3	Vorgehensweise bei Produkten mit 300 g/m ² Auftragsmenge	6
3.2.1.4	Vorgehensweise bei Produkten mit 3 mm Schichtdicke	6
3.2.1.5	Vorgehensweise bei Produkten mit 12 mm Schichtdicke	6
3.2.1.6	Vorgehensweise bei Produkten mit 3 kg/m ² Auftragsmenge	7
3.2.1.7	Vorgehensweise bei Oberflächenbehandlungsprodukten	7
3.2.1.8	Vorgehensweise bei festen Produkten.....	7
3.2.2	Vorgehensweise bei kleinflächigen Anwendungen (Beladung 0,007 m ² /m ³).....	8
3.2.2.1	Vorgehensweise bei Fugendichtstoffen	8
3.2.2.2	Vorgehensweise bei expandierenden Montage- und Dämmschäumen	8
3.2.2.3	Vorgehensweise bei Fugendichtungsbändern (gemäß DIN 18542)	8
3.3	Betrieb der Konditionierungs- und der Prüfkammer.....	8
3.3.1	Vorbereitung der Prüfkammer	8
3.3.2	Kammereinstellungen.....	8
3.3.3	Kontrolle und Dokumentation	9
3.3.4	Vorkonditionierung und Überführung des Prüfkörpers in die Kammer	9
3.3.5	Verweildauer in den Kammern und Zeitpunkt der Luftprobenahme	9
3.4	Bestimmung der Emissionen von karzinogenen Stoffen der Kat. 1	9
3.5	Bestimmung der Emissionen von Aldehyden und Ketonen	9
3.5.1	Probenahme	9
3.5.2	Analyse.....	10
3.6	Bestimmung der VOC-, SVOC- sowie VVOC-Emissionen	10
3.6.1	Probenahme	10
3.6.2	Analyse.....	10
3.6.2.1	Desorption und Injektion.....	10
3.6.2.2	Gaschromatographie	10
3.6.2.3	Identifizierung	11
3.6.2.4	Quantifizierung	11
3.6.2.5	Komplexe Stoffgemische.....	11
3.6.2.6	Normierung und Umrechnung	12
3.6.2.7	TVOC, TVOC, TSVOC, R-Wert, Summe der VOC ohne NIK-Wert.....	12
3.6.2.8	Präzision und Richtigkeit der Ergebnisse.....	12
3.7	Dokumentation der Ergebnisse	13
3.7.1	Interne Dokumentation im Prüflabor	13
3.7.2	Bericht an den Auftraggeber	13
3.7.3	Archivierung	13
3.8	Qualitätskontrolle.....	13
4.	Änderungsdienst	14
5.	Referenzen	14

1. Kurzbeschreibung

Das Emissionsverhalten von Verlegewerkstoffen, Klebstoffen, sonstigen Bauprodukten sowie Lacken, Imprägnierungen und Ölen für Parkett, für mineralische Böden und für elastische Bodenbeläge – im Folgenden „Produkte“ genannt – wird nach definierter Lagerung in einer Prüfkammer ermittelt. Es erfolgt eine Überprüfung der Kurzzeit- (3 Tage) und Langzeit-Emissionen (28 Tage). Dabei wird u. a. auf flüchtige karzinogene Stoffe (Kat. 1A und 1B) sowie auf Summenparameter (TVOC, TSVOC, etc.) geprüft. Die Prüfungen erfolgen gemäß der EN 16516 unter Berücksichtigung des europäischen Gefahrstoffrechts.

2. Allgemeines

Prüfungen zur Ermittlung der Produktemissionen müssen durch ein Labor durchgeführt werden, dessen Akkreditierung nach ISO 17025 die Prüfungen gemäß GEV-Prüfmethode oder EN 16516 umfasst.

Die Dokumentation der Prüfergebnisse erfolgt durch den Hersteller selbst nach werksinternen Richtlinien.

2.1 Anwendungsbereich

Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Stoffen (VOC) aus Produkten:

- (1) Erfasst werden Stoffe gemäß 3.4, die nach europäischem Gefahrstoffrecht als krebserzeugend oder krebverdächtig (Einstufung als K1A, K1B) eingestuft sind.
- (2) Erfasst werden polare und unpolare Stoffe, die nach definierter Lagerung verdampfen und danach gasförmig vorliegen.

Die Prüfbedingungen orientieren sich an den üblichen Lüftungs- und Klimabedingungen von Räumen in mitteleuropäischen Gebäuden.

Die Prüfergebnisse ermöglichen die vergleichende Bewertung von Produkten im Hinblick auf ihr Langzeitemissionsverhalten und den grundsätzlichen Ausschluss krebserzeugender oder krebverdächtigter Stoffe. Die Messwerte werden als Luftkonzentrationen, bezogen auf definierte Bedingungen wie in EN 16516 als Europäischer Referenzraum angegeben.

2.2 Abkürzungen

1K	=	einkomponentig
2K	=	zweikomponentig
VOC	=	volatile organic compound flüchtige organische Verbindung (umfasst den Bereich <i>n</i> -Hexan (<i>n</i> -C ₆) bis <i>n</i> -Hexadecan (<i>n</i> -C ₁₆))
TVOC	=	total volatile organic compounds Summe aller VOC
SVOC	=	semi-volatile organic compound schwerflüchtige organische Verbindung (Bereich größer als <i>n</i> -Hexadecan (<i>n</i> -C ₁₆) bis <i>n</i> -Docosan (<i>n</i> -C ₂₂))
TSVOC	=	total semi-volatile organic compounds Summe aller SVOC
VVOC	=	very volatile organic compound leichtflüchtige organische Verbindung (Bereich kleiner als <i>n</i> -Hexan (<i>n</i> -C ₆))
TIC	=	Totalionenstromchromatogramm

2.3 Geräte

- Geräte für den Auftrag des Prüfmaterials (siehe auch 3.2)
- Glasplatten:
 - Größe abhängig vom Kammervolumen und der vorgesehenen Beladung;
 - entfettende Reinigung vor Beginn der Prüfung durch geeignetes Verfahren, das keinen Blindwert zur Folge hat;
- Glasschalen mit planebenem Boden (z. B. Petrischalen) bzw. Glasplatten mit Rand:
 - Größe abhängig vom Kammervolumen und der vorgesehenen Beladung;
 - entfettende Reinigung vor Beginn der Prüfung durch geeignetes Verfahren, das keinen Blindwert zur Folge hat;
- Produktspezifische Schablonen aus inertem Material für die Herstellung der unterschiedlichen Prüfkörper, z. B. für
 - Estrichmörtel und Estrichbindemittel
 - Spachtelmassen
 - Fugendichtstoffe
 - Fugendämmstoffe
 - komprimierte Dichtungsbänder

- Zahnpachtel TKB-B1

Die Zahnung hat eine Dreieckskerbung mit folgenden Abmessungen:

Maß		Toleranz	
a	Kerbenabstand / Zahnbreite	2,6 mm	± 0,1 mm
b	Kerbenbreite / Zahnlückenbreite	2,4 mm	± 0,1 mm
c	Kerbtiefe / Zahnlückentiefe	2,0 mm	± 0,1 mm
γ	Kerbwinkel	55 °	± 0,5 °

- Nicht-emittierendes Klebeband oder Aluminiumfolie zur Randabdeckung
- Prüfkammer:
 - Mindest-Kammervolumen: 100 Liter
 - Material: Edelstahl, Glas
 - Luftreinigung mit Luftbefeuchtung
 - Durchflussmesser zur Steuerung und Dokumentation des Luftvolumenstroms für Prüf- und Lagerkammern
- Probenahmesysteme für Kammerluftmessungen
- Adsorbentien für Probenahme gemäß 3.4, 3.5 und 3.6
- Konditionierungskammer:

Separate, luftdichte Konditionierungskammer bei 23 °C, 50 % rel. Feuchte, die mit einer flächenspezifischen Lüftungsrate analog der bei der Emissionsprüfung betrieben wird. Die Konditionierungskammern sollen aus rostfreiem Stahl oder Glas bestehen.
- Kapillargaschromatograph mit Thermodesorptionseinheit, gekoppelt an ein Massenspektrometer mit Auswerteeinheit
- Flüssigkeitschromatograph mit UV-Absorptionsdetektor oder Dioden-Array-Detektor

3. Durchführung

3.1 Prüfmuster

Die Verantwortung für die Anlieferung frischer Prüfmuster liegt beim Auftraggeber der Prüfung. Die Probennahme hat zeitnah nach der Produktion zu erfolgen. Das Herstellungsdatum ist anzugeben.

3.1.1 Reaktive oder physikalisch trocknende Produkte (Produkte für den Nassauftrag)

Muster dürfen nicht später als vier Monate nach der Produktion geprüft werden. In der Regel wird ein Muster im Originalgebinde angeliefert, der Inhalt vom Prüflabor homogenisiert und eine Rückstellprobe entnommen.

3.1.2 Nicht-reaktive oder nicht-physikalisch trocknende Produkte (feste Produkte)

Muster dürfen nicht später als acht Wochen nach der Produktion geprüft werden.

Bahnen- und Rollenware kann als Originalverpackung oder als repräsentatives Muster eingeschickt werden. Für ein repräsentatives Muster wird die Rolle mindestens 2 Meter weit abgerollt. Bei breiten Bahnen wird ein Muster mit einer Fläche von mindestens 1 m² aus der Mitte der Bahn entnommen. Bei schmaleren Bahnen (< 1 m Breite) erfolgt die Entnahme über die gesamte Rollenbreite auf einer für die Prüfung ausreichenden Länge.

Soweit möglich werden die Muster im rechten Winkel zur normalen Rollrichtung aufgerollt und vorzugsweise mit Klammern fixiert. Sie werden doppelt in Aluminiumfolie gewickelt und in unbedruckter, luftdichter Polyethylen- oder Polypropylenfolie verpackt. In jeder Folie darf nur ein Muster enthalten sein. Von der Probennahme bis zur luftdichten Verpackung darf höchstens 1 Stunde vergehen.

Platten- und konfektionierte Stückware wird vorzugsweise in einer handelsüblichen Packungseinheit (aber zusätzlich in Aluminiumfolie und in Polyethylen- oder Polypropylenfolie verpackt) versandt.

3.2 Herstellung der Prüfkörper

Einkomponentige Produkte werden vor der Herstellung des Prüfkörpers homogenisiert. Bei mehrkomponentigen Produkten werden die Einzelkomponenten vor der Herstellung des Prüfkörpers homogenisiert und nach Herstellerangabe angemischt.

Je nach Art des zu prüfenden Produktes werden die Prüfkörper auf unterschiedliche Weise hergestellt. Die Probenvorbereitung ist nachfolgend in Abhängigkeit von dem Produkttyp beschrieben. Die Zuordnung der Produkttypen zu der Prüfmethode findet sich im „GEV-Produktverzeichnis“.

Die Herstellung der Prüfkörper soll exakt gemäß den nachfolgenden Vorgaben erfolgen. Höhere Auftragsmengen sind auf Wunsch des Auftraggebers möglich.

3.2.1 Vorgehensweise bei großflächigen Anwendungen (Beladung 0,4 m²/m³)

3.2.1.1 Vorgehensweise bei wässrigen, zu verdünnenden Produkten mit 100 g/m² Auftragsmenge

Falls keine verbindliche Herstellerangabe über den Feststoffgehalt der angelieferten Probe vorliegt, ist dieser in Anlehnung an ISO 1625 durch Trocknen einer separaten Teilprobe bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz zu ermitteln.

Probe auf Basis des vom Hersteller angegebenen, ersatzweise des eigens ermittelten Feststoffgehaltes mit VOC-freiem Wasser auf 10 % Feststoffgehalt einstellen und homogenisieren. Soviel der ggf. verdünnten Probe in eine gewogene Glasschale (siehe 2.3) gießen, dass diese mit 100 ± 5 g/m² beladen ist. Bei Produkten mit einem Feststoffgehalt unter 10 % die Einwaage soweit erhöhen, dass eine Beladung mit 10 ± 1 g/m² Feststoffe erreicht wird. Durch Schwenken der Schale den Boden gleichmäßig benetzen. Schale unmittelbar danach in die Prüfkammer überführen. Nach der Prüfung durch Zurückwiegen sicherstellen,

dass das Gewicht des in der Prüfkammer getrockneten Probenfilms bei den vorgesehenen $10 \pm 1 \text{ g/m}^2$ liegt.

3.2.1.2 Vorgehensweise bei anderen flüssigen Produkten mit 100 g/m^2 Auftragsmenge

Eine unverdünnte Probenmenge von $100 \pm 5 \text{ g/m}^2$ ist wie unter 3.2.1.1 beschrieben zu prüfen. Gegebenenfalls kann zum Verteilen ein Pinsel benutzt werden. Ein Zurückwiegen der Probe nach der Prüfung ist nicht notwendig.

3.2.1.3 Vorgehensweise bei Produkten mit 300 g/m^2 Auftragsmenge

Probe, ggf. nach Anrühren der Komponenten, im Gewichtsüberschuss auf der vorgewogenen Glasplatte (siehe 2.3) vorlegen und mit einem Zahnspatel TKB-B1 durch einmaliges Abziehen (Anstellwinkel ca. 60°) gleichmäßig verteilen, so dass sich eine auf der vollen Fläche gleichmäßig strukturierte Probenoberfläche ergibt. Wenn diese Vorgehensweise für niedrigviskose Produkte nicht anwendbar ist, wird eine planebene Glasschale mit Rand vollflächig bedeckt. Glasplatte zurückwiegen und Auftragsmenge dokumentieren. Die Auftragsmenge muss bei $300 \pm 10 \text{ g/m}^2$ liegen.

Der gesamte Probenauftrag soll innerhalb von 3 Minuten durchgeführt werden. Prüfkörper unmittelbar nach der Herstellung in die Prüfkammer überführen.

3.2.1.4 Vorgehensweise bei Produkten mit 3 mm Schichtdicke

Probe nach Angaben des Herstellers mit VOC-freiem Wasser oder der mitgelieferten Flüssigkomponente homogen anmischen, ca. 5 Minuten stehen lassen und erneut durchrühren. Produkte mit kürzerer Verarbeitungszeit (z. B. Schnellzemente) nach Herstellerangaben verarbeiten.

Es wird eine 3 mm dicke, gleichmäßige Schicht der angemischten Probe vollflächig auf eine Glasplatte (siehe 2.3) aufgetragen und mit einem glatten Spachtel abgezogen.

Dazu Rand der Beladungsfläche mittels emissionsfreier Schablone (z. B. Glasrand oder Edelstahlrahmen) ausreichend hoch abgrenzen. Prüfkörper unverzüglich nach Herstellung zusammen mit emissionsfreier Schablone in die Prüfkammer überführen.

3.2.1.5 Vorgehensweise bei Produkten mit 12 mm Schichtdicke

Probe nach Angaben des Herstellers mit VOC-freiem Wasser oder der mitgelieferten Flüssigkomponente homogen anmischen, ca. 5 Minuten stehen lassen und erneut durchrühren.

- a) Zement- und calciumsulfatbasierte **Estrichmörtel** werden analog den Angaben des Auftraggebers mit VOC-freiem Wasser vermischt.
- b) Das Gleiche gilt für zement- und calciumsulfatbasierte **Estrichbindemittel**. Hier werden jedoch 1000 g Sand mit 250 g Bindemittel und VOC-freiem Wasser nach Herstellerangaben angemischt. Der Sand soll typischerweise eine Körnung von 0-8 mm aufweisen und ist vom Hersteller anzuliefern. Bei Kontrollprüfungen wird Sand der Sieblinie Typ B8 gemäß DIN 1045-2 verwendet.
- c) Bei **Estrich- und Betonzusatzmitteln** geht man wie bei Estrichbindemitteln vor und verwendet anstelle der Bindemittel-Zubereitung einen definierten Portlandzement CEM I 42,5 N, den der Antragsteller zur Verfügung stellt. Es werden 250 g Portlandzement mit 1000 g Sand (0-8 mm), sowie mit VOC-freiem Wasser und der maximalen ausgelobten Dosierung des Estrichzusatzmittels nach den Angaben des Antragstellers gemischt.

Es wird eine 12 mm dicke, gleichmäßige Schicht der angemischten Probe vollflächig auf eine inerte Platte (siehe 2.3) aufgetragen und mit einem glatten Spachtel abgezogen.

Dazu Rand der Beladungsfläche mittels emissionsfreier Schablone (z. B. Glasrand oder Edelstahlrahmen) ausreichend hoch abgrenzen. Prüfkörper unverzüglich nach Herstellung zusammen mit emissionsfreier Schablone in die Prüfkammer überführen.

3.2.1.6 Vorgehensweise bei Produkten mit 3 kg/m² Auftragsmenge

Die Komponenten werden nach Vorgaben des Herstellers angemischt. Eine planebene Glasschale mit Rand wird vollflächig mit einer Auftragsmenge von 3 kg/m² bedeckt.

Prüfkörper unmittelbar nach der Herstellung in die Prüfkammer überführen.

3.2.1.7 Vorgehensweise bei Oberflächenbehandlungsprodukten

Es ist so viel der Probe in eine gewogene Glasschale (siehe 2.3) zu gießen, dass folgende Auftragsmengen in die Prüfkammer überführt werden:

- | | |
|---|--------------------------|
| a) bei wasserbasierten Lacken für Parkett: | 150 ± 2 g/m ² |
| b) bei wasserbasierten Lacken und Imprägnierungen für mineralische Böden: | 100 ± 2 g/m ² |
| c) bei wasserbasierten Lacken für elastische Bodenbeläge: | 50 ± 2 g/m ² |
| d) bei Ölen: | 25 ± 2 g/m ² |
| e) bei wasserbasierten Parkettgrundierungen: | 100 ± 2 g/m ² |
| f) bei wasserbasierten Fugenkitten: | 100 ± 2 g/m ² |
| g) bei wasserbasierten UV-Lacken: | 150 ± 2 g/m ² |
| h) bei UV-härtenden Lacken mit 100 % Festkörper: | 50 ± 2 g/m ² |

Durch Schwenken der Schale den Boden gleichmäßig benetzen. Bei Bedarf mit Pinsel gleichmäßig verteilen. Schale unmittelbar danach in die Konditionierungskammer überführen.

Alternativ kann eine entsprechende Auftragsmenge auf eine Glasplatte appliziert werden.

Obwohl eine Prüfung von Parkettlacken, -grundierungen und -ölen auf Holz als Unterlage ausdrücklich nicht empfohlen wird¹, können Ergebnisse aus solchen Prüfungen für eine Bewertung herangezogen werden.

Eine Prüfung mit mehreren Beschichtungen auf Holz mit einer insgesamt höheren Auftragsmenge wird nicht empfohlen, ist aber möglich. Dabei sind die Trocknungszeiten zwischen den einzelnen Schichten nach Herstellerangaben einzuhalten.

Wasserbasierte UV-Lacke werden nach dem Nassauftrag gemäß Herstellerangaben einer physikalischen Trocknung unterzogen. UV-härtende Lacke mit 100 % Festkörper werden nach dem Auftrag 30 Minuten abgelüftet. Anschließend wird die UV-Härtung nach Herstellerangaben mit einem entsprechenden Gerät durchgeführt.

3.2.1.8 Vorgehensweise bei festen Produkten

Im Prüflabor wird das Muster unmittelbar vor Beginn der Prüfung ausgepackt. Das Probenmaterial wird aus der Mitte der Packung entnommen. Bei Bahnenware sind mind. 2 m abzurollen. Der Prüfkörper wird entweder auf die für die Prüfung erforderliche Größe geschnitten oder zusammengefügt. Der Prüfkörper wird mit der Produktunterseite dicht auf einer inerten Platte oder Aluminiumfolie fixiert. Produkte mit einer selbstklebenden Unterseite werden dabei direkt auf die inerte Platte vollflächig geklebt. Bei Produkten mit einer selbstklebenden Oberseite wird die Abdeckfolie abgezogen. Alle offenen Ränder bei Produkten größer 1 mm Materialdicke werden mit einem inerten Material, z. B. mit nicht-emittierendem Klebeband oder Aluminiumfolie abgedichtet. Optional können die Kanten auch offen bleiben.

¹ Eine Prüfung auf Holz wird nicht empfohlen, weil einerseits die Emissionen aus dem Holz und andererseits die unterschiedliche Porosität unterschiedlicher Holzplatten das Ergebnis verfälschen können.

3.2.2 Vorgehensweise bei kleinflächigen Anwendungen (Beladung 0,007 m²/m³)

3.2.2.1 Vorgehensweise bei Fugendichtstoffen

Der zu prüfende Fugendichtstoff wird in eine Form aus inertem Material (z. B. Edelstahl, Glas, Teflon) mit einer Tiefe von 3 mm und einer Breite von 10 mm blasenfrei eingebracht und mit einem Spachtel (z. B. Teflonspachtel) glatt abgezogen. Die Länge der Form ergibt sich aus der Beladung und der Größe der Prüfkammer.

3.2.2.2 Vorgehensweise bei expandierenden Montage- und Dämmschäumen

Eine angefeuchtete Form aus HDPE oder Teflon wird mit dem zu prüfenden Dämmstoff mit einer Schichtstärke von circa 30 mm ausgeschäumt. Die Form hat eine Breite von 100 mm und eine Höhe von 16 – 19 mm. Nach zwei Stunden (120 ± 10 Minuten) wird der Prüfling auf 16 – 19 mm Höhe plan abgeschnitten und mit diesem leichten Übermaß in einen 15 mm breiten Probenhalter (U-Profil mit abgedeckten Seiten, Trogform) aus inertem Material (z. B. Edelstahl, Glas, Teflon) mit einer Tiefe von 100 mm eingepasst. Die Länge der Form und des Probenhalters ergibt sich aus der Beladung und der Größe der Prüfkammer.

3.2.2.3 Vorgehensweise bei Fugendichtungsbändern (gemäß DIN 18542)

Eine Probe des Fugendichtungsbands wird in einen 15 mm breiten Probenhalter (U-Profil mit abgedeckten Seiten, Trogform) aus inertem Material (z. B. Edelstahl, Glas, Teflon) mit einer Tiefe von 100 mm eingepasst. Die Länge der Form und des Probenhalters ergibt sich aus der Beladung und der Größe der Prüfkammer.

3.3 Betrieb der Konditionierungs- und der Prüfkammer

Parameter zum Betrieb der Kammern, die in dieser GEV-Prüfmethode nicht anders geregelt sind, müssen den Anforderungen der EN 16516 entsprechen.

3.3.1 Vorbereitung der Prüfkammer

Vor jeder Emissionsmessung muss die Prüfkammer auf Blindwerte überprüft werden. Die Blindwerte gemäß EN 16516 mit Verweis auf die EN ISO 16000-9 dürfen nicht überschritten werden. Gegebenenfalls ist die Kammer vor der Einbringung der Probe zu reinigen. Nach erfolgter Reinigung muss der Blindwert überprüft werden.

3.3.2 Kammereinstellungen

Folgende Parameter sind in der Prüfkammer einzustellen:

Parameter	Wert	Toleranz
Temperatur (Kammer und Zuluft)	23 °C	± 1 °C
relative Luftfeuchte der Zuluft	50 %	± 5 %
flächenspezifische Luftdurchflussrate, in der Regel wie folgt eingestellt durch die Parameter Luftwechsel und Beladung	1,25 m ³ / (m ² x h) oder 71 m ³ / (m ² x h) (Fugendicht- und -dämmstoffe und -bänder)	ergibt sich aus den Toleranzen für Luftwechsel und Beladung
Luftwechsel in der Prüfkammer	0,5 h ⁻¹	0,25 – 1,5 h ⁻¹ *, ± 5 % während der Prüfdauer
Beladung für großflächige Anwendungen	0,4 m ² /m ³	0,2 – 0,8 m ² /m ³ *
Beladung für kleinflächige Anwendungen	0,007 m ² /m ³	0,0035 – 0,014 m ² /m ³ *
Luftgeschwindigkeit (gemessen 10 mm über der Probenmitte)	0,2 m/s	0,1 – 0,3 m/s

* Grundsätzlich sollen die Parameter dem geforderten Wert in der zweiten Spalte entsprechen. Bei Abweichungen müssen die Parameter in den angegebenen Toleranzbereichen liegen und die Ergebnisse werden dann gemäß EN 16516 auf den geforderten Wert umgerechnet.

3.3.3 Kontrolle und Dokumentation

Empfohlen wird eine kontinuierliche Registrierung der Parameter Temperatur, Feuchte und Luftvolumenstrom mittels Sensoren.

Die Effektivität der Luftdurchmischung in der Kammer nach dem Einbringen eines Prüflings oder eines inerten Probenträgers muss im Rahmen der Qualitätssicherung überprüft werden (Methode siehe EN ISO 16000-9). Das Ergebnis ist zu dokumentieren.

3.3.4 Vorkonditionierung und Überführung des Prüfkörpers in die Kammer

Nur die Produkte gemäß 3.2.1.7 sollen in einer separaten Vorkonditionierungskammer drei Tage (72 ± 1 Stunden) lang vorgelagert werden. Eine Prüfung ist auch mit einer kürzeren oder ohne Vorkonditionierung möglich, wenn vom Auftraggeber gewünscht.

Der Transfer des Prüfkörpers in eine Kammer muss unverzüglich nach der Herstellung erfolgen. Fremdkontaminationen der Prüfkörper müssen ausgeschlossen werden. Die Beladung der Prüfkammer ist gemäß Abschnitt 3.3.2 einzustellen.

3.3.5 Verweildauer in den Kammern und Zeitpunkt der Luftprobenahme

Die Luftprobenahme für die erste Prüfung auf VOC sowie auf Aldehyd erfolgt drei Tage (72 ± 1 Stunden) nach Überführung des Prüfkörpers in die Prüfkammer. Dabei sollen Start- und Endpunkte der Luftprobenahmen innerhalb des angegebenen Intervalls von ± 1 Stunde liegen.

Danach muss der Prüfkörper bis zum Abschluss aller Luftprobenahmen in der Prüfkammer verbleiben.

Die Prüfung auf Langzeitemissionen erfolgt 28 Tage (672 ± 4 Stunden), nach Überführung des Prüfkörpers in die Prüfkammer. Dabei sollen Start- und Endpunkte der Luftprobenahmen innerhalb des angegebenen Intervalls von ± 4 Stunden liegen.

Eine Einhaltung der Anforderungen ist auch dann gewährleistet, wenn alle Einstufungswerte (28-Tage-Grenzwerte) bereits zu einem früheren Zeitpunkt als nach 28 Tagen eingehalten werden, frühestens jedoch nach 10 Tagen, wenn kein Anstieg der Emissionen im Vergleich zur 3-Tage-Prüfung festgestellt wurde.

3.4 Bestimmung der Emissionen von karzinogenen Stoffen der Kat. 1

Nach Prüfbeginn in der Prüfkammer werden die Emissionen der flüchtigen karzinogenen Stoffe der Kategorie 1A- und 1B² nach 3 und 28 Tagen gemessen.

Eine analytische Berichtsgrenze von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist für jeden karzinogenen Stoff anzustreben, soweit technisch machbar. Im Folgenden werden die Messmethoden festgelegt.

Die in 3.5 und 3.6 definierten Methoden sind anzuwenden. Karzinogene Stoffe der Kat. 1A und 1B werden im Rahmen der VOC-Emissionsmessungen auf Tenax TA ohne zusätzliche Luftprobenahmen und Analysen mitgeprüft.

Die Emissionen von Acetaldehyd und Formaldehyd werden nach 3 Tagen mit separater Bewertung geprüft.

3.5 Bestimmung der Emissionen von Aldehyden und Ketonen

Referenz: DIN ISO 16000-3

3.5.1 Probenahme

Die Probenahme erfolgt nach 3 Tagen und zusätzlich für die Ermittlung des R-Wertes für EC 1^{PLUS} nach 28 Tagen auf Silicagel oder auf Filtern, die mit Dinitrophenylhydrazin (DNPH) imprägniert sind, oder in einer wässrigen Lösung von DNPH. Belegte DNPH-Filter müssen

² Eine Liste der als karzinogen eingestuftten Stoffe der Kategorien 1A und 1B kann (auf Deutsch) hier eingesehen werden: <http://www.dguv.de/ifa%3B/fachinfos/kmr-liste/index.jsp>. Eine zusätzliche Hilfestellung zur Identifizierung der relevanten Stoffe bietet die aktuelle K-Stoffe-Liste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) in der Auswertungsdatei ADAM.

spätestens zwei Tage nach der Probenahme desorbiert werden, um Minderbefunde für Formaldehyd zu vermeiden.

3.5.2 Analyse

Desorption mit Acetonitril, Trennung und Identifizierung mittels HPLC/UV. Flüssigkeitschromatographie mit Detektion mittels UV-Absorptionsdetektor oder Dioden-Array-Detektor durch ein oder zwei signifikante Wellenlängen.

Um Fehlanalysen zu vermeiden, ist auf eine vollständige chromatographische Trennung zu achten.

Wenn bei der jeweils passenden Retentionszeit im Chromatogramm ein Signalpeak auftritt, wird geprüft, ob der Grenzwert (siehe „GEV-Einstufungskriterien“, dort 3.2.1) überschritten wurde. Es wird zusätzlich geprüft, ob das Spektrum des Signalpeaks mit dem Spektrum des Standards übereinstimmt.

Bei der Analyse müssen folgende Stoffe identifiziert und quantifiziert werden, um nach 28 Tagen in die R-Wert-Berechnung einzugehen: Formaldehyd, Acetaldehyd, Aceton.

3.6 Bestimmung der VOC-, SVOC- sowie VVOC-Emissionen

Probenahme und Analyse sollen so erfolgen, dass Einzelstoffe ab einer Konzentration von 1 µg/m³ in der Prüfkammer nachgewiesen und quantifiziert werden, soweit technisch machbar.

3.6.1 Probenahme

Vor der Probenahme werden die Rohre gemäß EN ISO 16000-6 im Helium-Strom konditioniert. Probenahme auf Tenax TA gemäß EN 16516 mit max. 120 ml/min, z. B. während 60 Minuten, Volumen max. 5 Liter. Es sind zwei Probenahmen gleichzeitig durchzuführen. Um sicherzustellen, dass kein Minderbefund durch Überladung der Messrohre auftritt, sind entweder zwei Rohre (Haupt-/Kontroll-Rohr) hintereinander zu schalten oder zwei Probenahmerohre mit unterschiedlichen Probenahmeholumina (z. B. 2 Liter und 5 Liter) zu verwenden.

Flüchtige Stoffe wie z. B. Essigsäure werden von Tenax TA schlecht adsorbiert (geringe Kapazität). Für diese Stoffe ist deshalb das Ergebnis der Messrohre mit dem niedrigeren Probenahmeholumen maßgeblich.

Die Verwendung von Aktivkohle als Adsorptionsmittel ist nicht zulässig, da Aktivkohle für polare Stoffe (z. B. Alkohole, Glykolether etc.) eine sehr schlechte Wiederfindungsrate besitzt.

3.6.2 Analyse

3.6.2.1 Desorption und Injektion

Die Geräteparameter müssen vom Prüflabor für die eingesetzten Geräte ermittelt und angepasst werden. Die folgenden Angaben beziehen sich beispielhaft auf das System Perkin-Elmer ATD-400.

Desorption der Rohre nach der Probenahme gemäß EN ISO 16000-6 durch Erwärmung im Helium-Strom auf z. B. 300 °C. Empfohlen wird eine zweimalige Desorption zur sicheren Erfassung auch weniger flüchtiger Stoffe. Aufkonzentrierung in einer Kühlfalle bei -30 °C. Injektion durch schnelle Erwärmung der Kühlfalle, z. B. in einer Minute auf 300 °C.

3.6.2.2 Gaschromatographie

Kapillar-Gaschromatographie, mit 5 % Phenyl- / 95 % Methylpolysiloxan, mit Helium als Trägergas z. B. mit einer 30 m langen Säule, innerer Durchmesser (ID): 0,25 mm, Filmdicke (d): 0,25 µm.

Die GC-Analyse muss geeignet sein, Stoffe bis einschließlich *n*-Docosan (*n*-C₂₂) sicher zu erfassen.

3.6.2.3 Identifizierung

Durch Spektrenvergleich anhand der Fragmentationen oder im SIM-Modus mit einem Scanbereich 33 – 425 amu. Identifizierung aller Einzelkomponenten, die bei einer Kalibrierung mit Toluol im TIC ein Signal von mehr als 1 µg/m³ ergeben.

Die Identifizierung führt zu folgenden Identitäts-Kategorien:

- **ID-Kategorie 1: sicher identifiziert**
Bedingung: Retentionszeit und Massenspektrum eines Standards stimmen mit denen des Peaks überein.
- **ID-Kategorie 2: wahrscheinlich identifiziert**
Bedingung: Massenspektrum in Übereinstimmung mit Referenzspektrum aus der Spektrenbibliothek, Retentionszeit im Erwartungsbereich und weitere Hinweise auf die Identität (z. B. Auftreten anderer Isomerer desselben Stoffs).
- **ID-Kategorie 3: eventuell identifiziert**
Bedingung: wie Kategorie 2, aber weniger Sicherheit in der Aussage.
- **ID-Kategorie 4: nicht identifiziert**
Bedingung: keine hinreichenden Hinweise auf die Identität.

3.6.2.4 Quantifizierung

Kalibrierung soll gemäß EN 16516 durchgeführt werden. Mit einem internen Standard darf nur gearbeitet werden, wenn sichergestellt ist, dass der Peak des internen Standards keine Substanz aus der Luftprobe überlagert und verdeckt.

Für die identifizierten Einzelstoffe (Identitäts-Kategorie 1):

- Stoffe, für die ein Grenzwert vorliegt, werden anhand der Fläche im TIC mit den relativen Responsefaktoren quantifiziert, oder – bei unvollständiger chromatographischer Trennung – anhand der Responsefaktoren für charakteristische Fragmentationen.
- Alle anderen Stoffe werden anhand der Fläche im TIC mit Toluol als Referenzsubstanz zur Kalibrierung quantifiziert (Toluoläquivalent).

Die Ergebnisse des ersten und des zweiten hintereinander geschalteten Messrohres werden ggf. addiert. Falls für einzelne Substanzen auf dem zweiten Messrohr mehr als 25 % der Menge gefunden wird, die sich auf dem ersten Messrohr befand, dann ist das Ergebnis als „größer als“ zu kennzeichnen, weil relevante Minderbefunde nicht ausgeschlossen werden können.

Nur Stoffe, die bei einer Kalibrierung mit Toluol im TIC ein Signal von mehr als 5 µg/m³ ergeben, werden in die Quantifizierung des TVOC, TSVOC und des R-Wertes einbezogen. Quantifizierte Stoffe mit weniger als 5 µg/m³ sollen als „< 5 µg/m³“ oder „kleiner als 5 µg/m³“ angegeben werden, da die Messunsicherheit im Bereich unterhalb von 5 µg/m³ eine genaue Angabe nicht zulässt. Eine genaue Angabe von niedrigen Ergebnissen bis zu 1 µg/m³ ist lediglich für karzinogene Stoffe vorzunehmen, soweit technisch machbar. Da Essigsäure nach EN 16516 mit dieser Prüfmethode nicht quantitativ bestimmt werden kann, werden Ergebnisse für Essigsäure nicht in den TVOC und den R-Wert eingerechnet.

3.6.2.5 Komplexe Stoffgemische

Komplexe Gemische von gesättigten Kohlenwasserstoffen (aliphatische, zyklische, azyklische), die im Gaschromatogramm nicht aufgetrennt werden und als „Berg“ („Cluster“) von Signalen auftreten, werden wie folgt bewertet:

Alle speziellen VOCs, die sich chemisch von dem Kohlenwasserstoff-Gemisch unterscheiden, werden soweit wie möglich einzeln ausgewertet und dabei gemäß 3.6.2.4 quantifiziert. Dabei wird die gesamte Fläche jedes Peaks berechnet, von der Spitze des Peaks bis zur Basislinie. Die Berichtsgrenzen gemäß 3.6 Satz 1 sowie 3.6.2.4 werden angewendet.

Alle weiteren VOCs werden als Bestandteil des Kohlenwasserstoff-Gemischs betrachtet und als Toluoläquivalent gemäß 3.6.2.4 quantifiziert. Dabei wird die gesamte Fläche jedes Peaks berechnet, von der Spitze des Peaks bis zur Basislinie. Die Berichtsgrenzen gemäß 3.6 Satz 1 sowie 3.6.2.4 werden auf jeden einzelnen Peak angewendet.

Das Ergebnis für das gesamte Kohlenwasserstoff-Gemisch wird als Summe der Einzelergebnisse berechnet, jedoch ohne Berücksichtigung der VOCs, die sich chemisch von dem Kohlenwasserstoff-Gemisch unterscheiden.

Analog ist bei Gemischen aus aromatischen Kohlenwasserstoffen oder Terpenen vorzugehen.

3.6.2.6 Normierung und Umrechnung

Prüfergebnisse, die mit höheren als den in diesem Dokument angegebenen Auftragsmengen erzielt wurden, werden direkt und ohne Umrechnung mit den Einstufungswerten der Emissionsklassen verglichen – jedoch mit Ausnahme der nachfolgend genannten Produkte. Die Messwerte werden dann auf den Normauftrag wie folgt normiert:

Ergebnis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) = Messwert ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) x Normauftrag (g/m^2) / realer Auftrag (g/m^2).

Normauftrag:

- im Falle von wasserbasierten Grundierungen auf $10 \text{ g}/\text{m}^2$ Feststoffgehalt,
- im Falle von dünnflüssigen Fixierungen und Klebstoffen auf $100 \text{ g}/\text{m}^2$.

Prüfergebnisse, die mit abweichenden Beladungsfaktoren oder Luftwechselraten ermittelt wurden, werden auf die Normwerte wie folgt umgerechnet:

Ergebnis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) = Messwert ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) x Zielwert für den Beladungsfaktor (m^2/m^3) / bei der Prüfung verwendeter Beladungsfaktor (m^2/m^3).

Ergebnis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) = Messwert ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) x bei der Prüfung verwendete Luftwechselrate (pro Stunde) / Zielwert für die Luftwechselrate (pro Stunde).

3.6.2.7 TVVOC, TVOC, TSVOC, R-Wert, Summe der VOC ohne NIK-Wert

Die Ergebnisse werden, in Abhängigkeit von der Retentionszeit des jeweiligen Stoffs auf einer schwach polaren Säule gemäß 3.6.2.2, zu folgenden Summenparametern aufsummiert:

- TVOC:
Alle Stoffe ab $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Gaschromatogramm zwischen und einschließlich *n*-Hexan und *n*-Hexadecan (*n*-C₆ – *n*-C₁₆), berechnet als Toluoläquivalent (ohne Berücksichtigung der Emissionen von Essigsäure (siehe 3.6.2.4)).
- TSVOC:
Alle Stoffe ab $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Gaschromatogramm nach *n*-Hexadecan (> *n*-C₁₆) und bis *n*-Docosan (< *n*-C₂₂), berechnet als Toluoläquivalent.
- TVVOC (nur für Produkte gemäß 3.2.6):
Alle Stoffe ab $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Gaschromatogramm vor *n*-Hexan (< *n*-C₆), berechnet als Toluoläquivalent.
- Weitere:
Für EC 1^{PLUS} werden der R-Wert (ohne Berücksichtigung der Emissionen von Essigsäure (siehe 3.6.2.4)) sowie die Summe der nicht-bewertbaren VOC gemäß AgBB in der jeweils aktuellen Fassung dokumentiert. Dies betrifft auch die VVOC und SVOC mit NIK-Wert, die mittels Probenahme auf Tenax und auf DNPH-Rohre analysiert werden.

3.6.2.8 Präzision und Richtigkeit der Ergebnisse

Anzustreben ist eine Wiederholbarkeit der Luftmessung an der Prüfkammer an demselben Prüfkörper innerhalb eines Prüflabors von $\pm 20 \%$ oder besser. Im Spurenbereich unter $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ muss allerdings eine größere Unsicherheit akzeptiert werden.

Besondere Sorgfalt ist auf die Nachverfolgbarkeit und Genauigkeit der Kalibrierung sowie auf die Kenntnis und Berücksichtigung der Wiederfindungsraten zu verwenden.

3.7 Dokumentation der Ergebnisse

3.7.1 Interne Dokumentation im Prüflabor

- Prüfmaterial:
Bezeichnung, Verpackung, Charge und Produktionsdatum (wenn bekannt), Festkörpergehalt (bei Vorstrichen/Grundierungen), Eingangsdatum im Labor.
- Prüfkörper:
Glasplatte (Länge, Breite), ggf. Mischvorgang, Auftragsmenge (Gewicht vor und nach der Belegung), Art des Auftragsverfahrens (verwendetes Auftragsgerät).
- Prüfkammer, Konditionierungskammer:
Typ und Maße, Temperatur (Mittelwert und Verlauf), relative Feuchte (Mittelwert und Verlauf), Luftvolumenstrom (in Liter/Stunde, Mittelwert und Verlauf).
- Luftprobenahme:
Zeitpunkt (nach Probenvorbereitung), Dauer, Adsorbens, Volumenstrom, Probenahmevermögen.
- Lagerung:
Lagerungsdauer in der Prüfkammer/Konditionierungskammer (in vollen Stunden).
- Ergebnisse:
Alle Messwerte entweder als Einzelwerte oder Mittelwert aus der doppelten Probenahme.

Die Erfassung der Rohdaten erfolgt entsprechend dem Qualitätssicherungssystem (QS-System) des Prüflabors.

3.7.2 Bericht an den Auftraggeber

Der zusammenfassende Bericht an den Auftraggeber enthält mindestens eine Aussage über die Anwesenheit oder Abwesenheit der K-Stoffe gemäß Punkt 3.4 sowie Informationen über die Emissionen nach Punkt 3.5 und 3.6 an allen Messtagen.

3.7.3 Archivierung

Die Ergebnis-Dokumentation ist vom Prüflabor mindestens zehn Jahre lang zu archivieren, Rückstellmuster der geprüften Muster zwei Monate und die analytischen Rohdaten, TIC, Massenspektren mindestens zehn Jahre lang. Ansonsten sind die Archivierungs-Vorschriften des QS-Systems des Prüflabors zu befolgen.

3.8 Qualitätskontrolle

Kontrollkarten sind für die Prüfkammern und für die Analytik zu führen.

Blindwertkontrolle durch eine Probenahme vor Beginn der Kammerprüfung.

Kontrolle der Vollständigkeit der Probenahme gemäß Punkt 3.6.1. Eine doppelte Luftprobenahme auf zwei Probenahme-Sets ist wichtig, um Zufallsfehler sicher ausschließen zu können.

Kontrolle aller Berechnungen und jeder Übertragung von Daten zwischen zwei Blättern oder in die EDV durch eine zweite Person.

In regelmäßigen Zeitabständen werden zwei Prüfkörper desselben Musters angefertigt und parallel für beide Proben die Emissionen bestimmt. Zusätzlich wird zur Kontrolle der Wiederfindungsrate aus der Prüfkammer in größeren Abständen ein möglichst inerter Stoff in die Kammer dosiert.

Zur Kontrolle der Analysenmethode werden regelmäßig Messrohre, die mit einem Stoff in bekannter Menge belegt wurden, analysiert.

4. Änderungsdienst

Verantwortlich für den Inhalt der beschriebenen Prüfmethode ist der Technische Beirat der GEV. Verantwortlich für die Dokumentation und den Änderungsdienst ist die GEV.

5. Referenzen

EN 16516

EN ISO 16000 Teile 3, 6, 9 und 11

ISO 17025

DIN 1045-2