

**DIN EN 14662-3**

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

ICS 13.040.20

Einsprüche bis 2013-10-05  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 14662-3:2005-08

**Entwurf**

**Außenluft –  
Referenzverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen –  
Teil 3: Automatische Probenahme mit einer Pumpe mit  
gaschromatographischer In-situ-Bestimmung;  
Deutsche Fassung prEN 14662-3:2013**

Ambient air –

Standard method for the measurement of benzene concentrations –  
Part 3: Automated pumped sampling with in situ gas chromatography;  
German version prEN 14662-3:2013

Air ambient –

Méthode normalisée de mesure de la concentration en benzène –  
Partie 3: Méthode à chromatographie en phase gazeuse automatique;  
Version allemande prEN 14662-3:2013

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-08-05 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](http://www.entwuerfe.din.de) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [krdl@din.de](mailto:krdl@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an die Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, 40002 Düsseldorf, Postfach 10 11 39 (Hausanschrift: VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf).

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 78 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

## Nationales Vorwort

Der Europäische Norm-Entwurf EN 14662 teil 3 wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe WG 12 „Reference method for determination of SO<sub>2</sub>/NO<sub>2</sub>/O<sub>3</sub>/CO in ambient air“ (Sekretariat und Obmannschaft: Niederlande) des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: Deutschland) unter Mitwirkung deutscher Experten, die von der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss – benannt worden sind, erarbeitet.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

|                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| EN ISO 9001      | siehe DIN EN ISO 9001      |
| EN ISO 14956     | siehe DIN EN ISO 14956     |
| EN 15267-1       | siehe DIN EN 15267-1       |
| EN 15267-2       | siehe DIN EN 15267-2       |
| EN ISO/IEC 17025 | siehe DIN EN ISO/IEC 17025 |
| ISO 6142         | siehe DIN EN ISO 6142      |
| ISO 6143         | siehe DIN EN ISO 6143      |
| ISO 6144         | siehe DIN EN ISO 6144      |
| ISO 6145-4       | siehe DIN EN ISO 6145-4    |
| ISO 6145-6       | siehe DIN EN ISO 6145-6    |
| ISO 6145-7       | siehe DIN EN ISO 6145-7    |
| ISO 6145-8       | siehe DIN EN ISO 6145-8    |
| ISO 6145-9       | siehe DIN EN ISO 6145-9    |
| ISO 6145-10      | siehe DIN EN ISO 6145-10   |

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 14662-3:2005-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 8:  
Abschnitt 8 wurde an andere Normen angepasst, in denen die Eignungsanerkennung von Gasanalysengeräten behandelt wird.
- b) Abschnitte 9.4, 9.6:  
Leistungsanforderungen wurden geändert oder gestrichen.
- c) Abschnitte 9.4, 9.6:  
Bezüglich der Wiederholpräzision bei Prüfgaskonzentration wurden ergänzende Leistungskriterien und Prüfungen eingeführt.
- d) Abschnitt 9.5:  
Für die softwareseitige Justierung von Rohsignalen des Messgerätes nach der Kalibrierung wurden Gleichungen eingeführt.
- e) Anhänge E, F:  
Die Berechnungen der Unsicherheit wurden abgeändert, damit sie EN ISO 14956 entsprechen.

## **Außenluft — Referenzverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen — Teil 3: Automatische Probenahme mit einer Pumpe mit gaschromatographischer In-situ-Bestimmung**

*Air ambient — Méthode normalisée de mesurage de la concentration en benzene — Partie 3 : Méthode à chromatographie en phase gazeuse automatique*

*Ambient air — Standard method for the measurement of benzene concentrations — Part 3: Automated pumped sampling with in situ gas chromatography*

ICS:

Deskriptoren

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

STD Version 2.5a

## Inhalt

|                                                                                                    | Seite     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>                                                                               | <b>3</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>                                                                   | <b>4</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen .....</b>                                                              | <b>5</b>  |
| <b>3 Begriffe .....</b>                                                                            | <b>5</b>  |
| <b>4 Abkürzungen .....</b>                                                                         | <b>10</b> |
| <b>5 Kurzbeschreibung .....</b>                                                                    | <b>10</b> |
| <b>6 Probenahme .....</b>                                                                          | <b>12</b> |
| <b>7 Messgerät .....</b>                                                                           | <b>14</b> |
| <b>8 Eignungsanerkennung von Benzol-Messgeräten .....</b>                                          | <b>15</b> |
| <b>9 Feldbetrieb und laufende Qualitätssicherung .....</b>                                         | <b>30</b> |
| <b>10 Auswertung .....</b>                                                                         | <b>43</b> |
| <b>11 Prüfberichte und Dokumentation .....</b>                                                     | <b>43</b> |
| <b>Anhang A (normativ) Prüfung auf Abweichung von der Linearität .....</b>                         | <b>46</b> |
| <b>Anhang B (informativ) Probenahmeeinrichtung .....</b>                                           | <b>48</b> |
| <b>Anhang C (informativ) Bauteile und Anwendungen von Messgeräten für Benzol .....</b>             | <b>50</b> |
| <b>Anhang D (informativ) Vorrichtung zur Prüfung des Probengasverteilers .....</b>                 | <b>52</b> |
| <b>Anhang E (normativ) Eignungsanerkennung .....</b>                                               | <b>54</b> |
| <b>Anhang F (informativ) Berechnung der Unsicherheit im Feldbetrieb beim Jahresgrenzwert .....</b> | <b>68</b> |
| <b>Anhang G (informativ) Wesentliche technische Änderungen .....</b>                               | <b>75</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                     | <b>76</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14662-3:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Air quality“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14662-3:2005 ersetzen.

## 1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Europäische Norm legt ein semikontinuierliches Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von in der Außenluft vorliegendem Benzol auf der Grundlage einer automatisierten Probenahme und In-situ-Analyse durch Gaschromatographie fest. Diese Norm beschreibt die Leistungskenngrößen und legt die betreffenden Mindestkriterien fest, die für die Auswahl eines geeigneten automatischen Gaschromatographen (GC) unter Anwendung von Eignungsprüfungen erforderlich sind. Sie schließt auch die Bewertung der Eignung eines Messgerätes (Analysators) zur Anwendung an einem bestimmten festen Ort ein, um die in Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG [1] festgelegten Anforderungen an die Datenqualität und die Anforderungen bei der Probenahme, Kalibrierung und Qualitätssicherung bei der Anwendung einzuhalten.

Das Verfahren ist anwendbar zur Bestimmung der Massenkonzentration von Benzol in der Außenluft im Bereich von bis zu  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Benzol. Dieser Konzentrationsbereich entspricht dem Zertifizierungsbereich für die Eignungsprüfung.

**ANMERKUNG 1** In Abhängigkeit von den in der Außenluft vorliegenden Konzentrationen dürfen auch andere Bereiche verwendet werden.

**ANMERKUNG 2** Wenn die Norm für andere Zwecke als die von der Richtlinie 2008/50/EG geforderten Messungen angewendet wird, gelten die Bereiche und Anforderungen an die Unsicherheit möglicherweise nicht.

Das Verfahren umfasst die Bestimmung der Konzentrationen von Benzol in der Außenluft an Standorten, die als ländlich, städtischer Hintergrund, verkehrsbezogen und von industriellen Quellen beeinflusst eingestuft werden.

Die Ergebnisse werden in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (bei  $20^\circ\text{C}$  und  $101,3 \text{ kPa}$ ) angegeben.

**ANMERKUNG 3**  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Benzol entsprechen  $15,4 \text{ nmol}/\text{mol}$  Benzol.

Diese Norm enthält Informationen für verschiedene Anwendergruppen.

Die Abschnitte 5 bis 7 und die Anhänge C und D enthalten allgemeine Angaben zu den Grundsätzen der Messung von Benzol mit automatischer Gaschromatographie und Probenahmesystem.

Abschnitt 8 und Anhang E richten sich an Prüfstellen und -laboratorien, die Eignungsprüfungen von Benzol-Messgeräten durchführen. Diese Abschnitte enthalten Angaben über:

- Prüfbedingungen, -verfahren und Anforderungen an die Eignungsprüfung;
- Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Messgerätes;
- Bewertung der Ergebnisse der Eignungsprüfung;
- Bewertung der Unsicherheit der Messergebnisse des Benzol-Messgerätes auf der Grundlage der Ergebnisse der Eignungsprüfung.

Die Abschnitte 9 bis 11 und Anhang F richten sich an die Betreiber von Messnetzen, in denen die praktischen Messungen von Benzol in der Außenluft durchgeführt werden. Diese Abschnitte enthalten Angaben über:

- Erstinstallation des Messgerätes im Messnetz und Eignungsbewertung;
- laufende Qualitätssicherung;
- Berechnung und Bericht Messergebnisse;
- Bewertung der Unsicherheit der Messergebnisse unter praktischen Messbedingungen.

## 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).

EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen*

EN ISO 14956, *Luftbeschaffenheit — Beurteilung der Eignung eines Messverfahrens durch Vergleich mit einer geforderten Messunsicherheit*

EN 15267-1, *Luftbeschaffenheit — Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen — Teil 1: Grundlagen*

EN 15267-2, *Luftbeschaffenheit — Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen — Teil 2: Erstmalige Beurteilung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers und Überwachung des Herstellungsprozesses nach der Zertifizierung*

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

ISO 6142, *Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Gravimetric methods*

ISO 6143, *Gas analysis — Comparison methods for the determination of calibration gas mixtures*

ISO 6144, *Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Static volumetric methods*

ISO 6145-4, *Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Continuous injection*

ISO 6145-6, *Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Critical orifices*

ISO 6145-7, *Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Thermal mass-flow controllers*

ISO 6145-8, *Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Diffusion method*

ISO 6145-9, *Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Saturation method*

ISO 6145-10, *Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Permeation method*

ENV 13005:1999, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### Justierung

Reihe von Tätigkeiten, die an einem Messsystem durchgeführt werden, sodass dieses festgelegte Anzeigen liefert, die Werten einer zu messenden Größe entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu den Justierungsarten eines Messsystems gehören Nullpunktjustierung eines Messsystems, Offset-Justierung und Kennwertjustierung (manchmal auch Verstärkungsjustierung genannt).

Anmerkung 2 zum Begriff: Justierung eines Messsystems sollte nicht mit Kalibrierung verwechselt werden, die eine Voraussetzung für die Justierung ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Im Zusammenhang mit dieser Norm wird Justierung in der Regel an Messdaten und nicht am Messgerät durchgeführt.

[QUELLE: JCGM 200:2012 (VIM) [2]]

### 3.2

#### **Luft**

Außenluft in der Troposphäre mit Ausnahme von Arbeitsstätten im Sinne der Richtlinie 89/654/EWG, an denen Bestimmungen für Gesundheitsschutz und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten und zu denen die Öffentlichkeit normalerweise keinen Zugang hat

[QUELLE: 2008/50/EG [1]]

### 3.3

#### **Messgerät**

Messeinrichtung, die ein Ausgangssignal als Funktion der Konzentration, des Partialdrucks, des Volumenstroms oder der Temperatur einer oder mehrerer Komponenten einer Gasmischung liefert

### 3.4

#### **Verfügbarkeit des Messgerätes**

Anteil an der gesamten Zeitspanne, für den gültige Messwerte eines Messgerätes für Außenluftkonzentrationen verfügbar sind

### 3.5

#### **Kalibrierung**

Tätigkeit, die unter festgelegten Bedingungen in einem ersten Schritt eine Beziehung zwischen den durch Normale zur Verfügung gestellten Größenwerten mit ihren Messunsicherheiten und den entsprechenden Anzeigewerten und ihren zugeordneten Messunsicherheiten herstellt und in einem zweiten Schritt diese Informationen verwendet, um eine Beziehung herzustellen, mit deren Hilfe ein Messergebnis aus einer Anzeige erhalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Ergebnis einer Kalibrierung kann in Form einer Angabe, einer Kalibrierfunktion, eines Kalibrierdiagramms, einer Kalibrierkurve oder einer Kalibriertabelle ausgedrückt werden. In einigen Fällen kann sie aus einer additiven oder multiplikativen Korrektur der Anzeige mit der zugeordneten Messunsicherheit bestehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Kalibrierung sollte weder mit der Justierung eines Messsystems verwechselt werden, die oft fälschlicherweise „Selbst-Kalibrierung“ genannt wird, noch mit der Verifizierung der Kalibrierung.

[QUELLE: JCGM 200:2012 (VIM) [2]]

### 3.6

#### **Verschleppen (Memory-Effekt)**

Einfluss der vorausgehenden Messung aufgrund des Zurückhaltens von Benzol im Messinstrument

### 3.7

#### **Zertifizierungsbereich**

Konzentrationsbereich, für den das Messgerät eignungsgeprüft ist

### 3.8

#### **Prüfung**

Verifizierung, dass das Messgerät innerhalb festgelegter Leistungsgrenzen arbeitet

### 3.9

#### **kombinierte Standardunsicherheit**

Standardunsicherheit eines Messergebnisses, wenn dieses Ergebnis aus den Werten einer Anzahl anderer Größen gewonnen wird; sie ist gleich der positiven Quadratwurzel einer Summe von Gliedern, wobei die Glieder Varianzen oder Kovarianzen dieser anderen Größen sind, gewichtet danach, wie das Messergebnis mit Änderungen dieser Größen variiert

[QUELLE: ENV 13005:1999]

### 3.10

#### **Erweiterungsfaktor**

Zahlenfaktor, mit dem die kombinierte Standardunsicherheit multipliziert wird, um eine erweiterte Messunsicherheit zu erhalten

[QUELLE: ENV 13005:1999]

### 3.11

#### benannte Stelle

Stelle, die durch die zuständige Behörde in den Mitgliedstaaten für eine spezielle Aufgabe (Eignungsprüfungen und/oder Qualitätssicherungs-/Qualitätskontrollmaßnahmen im Feld) benannt wurde

### 3.12

#### Nachweisgrenze

kleinste Konzentration einer Messgröße, die zuverlässig mit einem bestimmten Messverfahren nachgewiesen werden kann. Die Nachweisgrenze ist als  $3,3 \times (s_z/B)$  zu berechnen, wobei  $s_z$  die Standardabweichung des Signals des Messgerätes bei der Konzentration null der Messgröße und  $B$  die Steigung der Kalibrierfunktion ist [4]

Anmerkung 1 zum Begriff: Grundsätzlich sollte das in dieser Norm beschriebene Signal des Messgerätes bei einer Konzentration null von Benzol null sein. Folglich darf  $s_z$  durch wiederholte Messung einer geringen Konzentration von Benzol, z. B. 10 % des Wertes des Jahresgrenzwertes bestimmt werden (siehe 8.4.4).

### 3.13

#### erweiterte Messunsicherheit

Kennwert, der einen Bereich um das Messergebnis kennzeichnet, von dem erwartet werden kann, dass er einen großen Anteil der Verteilung der Werte umfasst, die der Messgröße vernünftigerweise zugeordnet werden könnten

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Anteil kann als Überdeckungswahrscheinlichkeit oder Vertrauensniveau des Bereichs angesehen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Um dem durch die erweiterte Messunsicherheit gekennzeichneten Bereich ein spezielles Vertrauensniveau zuzuordnen, sind explizite oder implizite Annahmen über die Wahrscheinlichkeitsverteilung erforderlich, die durch das Messergebnis und deren kombinierte Standardunsicherheit charakterisiert wird. Das Vertrauensniveau, das diesem Bereich zugeordnet werden kann, kann nur in dem Maße bekannt sein, wie solche Annahmen gerechtfertigt sind.

[QUELLE: ENV 13005:1999]

Anmerkung 3 zum Begriff: Für die Anwendung dieser Norm ist die erweiterte Messunsicherheit die mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  multiplizierte kombinierte Standardunsicherheit, woraus sich ein Bereich mit einem Vertrauensniveau von 95 % ergibt.

### 3.14

#### unabhängige Messung

Einzelmessung, die nicht durch eine vorausgehende Einzelmessung beeinflusst ist

### 3.15

#### Einzelmessung

Messung über eine Zeitspanne, die gleich der Zykluszeit des Messgerätes ist

### 3.16

#### Einflussgröße

Größe, die nicht die Messgröße ist, jedoch das Messergebnis beeinflusst

[QUELLE: ENV 13005:1999]

### 3.17

#### Störkomponente

Komponente der Luftprobe (außer der Messgröße), die das Ausgangssignal beeinflusst

### 3.18

#### Abweichung von der Linearität

(en: lack-of-fit)

größte Abweichung des Mittelwertes einer Reihe von bei gleicher Konzentration durchgeführten Messungen von der linearen Regressionsgeraden

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieser Norm wird angenommen, dass die Korrelation zwischen der Signalausgabe eines Messgerätes und den Benzolkonzentrationen annähernd linear ist; die Abweichung von der Linearität dient als Maß für die Akzeptanz.

### 3.19

#### **Grenzwert**

Wert, der aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern, und der innerhalb eines bestimmten Zeitraums eingehalten werden muss und danach nicht überschritten werden darf

[QUELLE: 2008/50/EG [1]]

### 3.20

#### **Langzeitdrift**

Differenz der Messwertanzeigen für Null- bzw. Prüfgas über eine bestimmte Zeitspanne (z. B. Kontrollintervall)

### 3.21

#### **Messstation**

Räumlichkeit im Feld, in der ein Messgerät zur Messung eines Luftschadstoffs oder mehrerer Luftschadstoffe so installiert ist, dass sein Leistungsvermögen und seine Betriebsweise den vorgegebenen Anforderungen entsprechen

### 3.22

#### **Parallelmessungen**

Messungen mit verschiedenen Messgeräten am selben Probengasverteiler, die zur gleichen Zeit beginnen und zur gleichen Zeit enden

### 3.23

#### **Leistungskenngröße**

einer der Parameter, die die Leistungsfähigkeit einer Messeinrichtung kennzeichnen

### 3.24

#### **Leistungskriterium**

einer Leistungskenngröße zugeordneter begrenzender quantitativer numerischer Wert, dessen Einhaltung geprüft wird

### 3.25

#### **Kontrollintervall**

Zeitspanne, in der die Drift das Leistungskriterium für die Langzeitdrift erfüllt

### 3.26

#### **Wiederholpräzision (von Messergebnissen)**

Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen den Ergebnissen aufeinanderfolgender Einzelmessungen von Benzol, ausgeführt unter denselben Bedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren;
- denselben Beobachter;
- dasselbe Messgerät, angewendet unter denselben Bedingungen;
- denselben Ort;
- Wiederholung innerhalb einer kurzen Zeitspanne.

### 3.27

#### **Vergleichpräzision unter Feldbedingungen**

Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen den Ergebnissen von Parallelmessungen mit zwei Messgeräten, ausgeführt unter denselben Bedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bedingungen werden Vergleichbedingungen im Feld genannt und umfassen:

- dasselbe Messverfahren;
- zwei identische Messgeräte, benutzt unter denselben Bedingungen;
- dieselbe Messstation;
- das Kontrollintervall.

### 3.28

#### **Probenluft**

Teil der Außenluft, der durch den Probeneinlass und die Probenahmeeinrichtung für eine nachfolgende Messung überführt wird

### 3.29

#### **Probengastemperatur**

Temperatur des Probengases am Probeneinlass außerhalb der Messstation

### 3.30

#### **Probenahmesystem**

Anordnung von Bauteilen, die zur Entnahme eines genau bekannten Volumens von Außenluft in der Lage ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieser Norm können typische Probenahmesystem aus einem Massenstromregler und einem zeitgesteuertem Umschaltventil oder einer Probenahmespritze bestehen.

### 3.31

#### **Probenahmeeinrichtung**

Anordnung von Bauteilen für die Überführung der Probenluft zum Messgerät

### 3.32

#### **Kurzzeitdrift**

Differenz der Messwertanzeigen für Null- bzw. Prüfgas zu Beginn und am Ende einer Zeitspanne von 12 h

### 3.33

#### **Standardunsicherheit**

als Standardabweichung ausgedrückte Unsicherheit eines Messergebnisses

[QUELLE: ENV 13005:1999]

### 3.34

#### **Umgebungstemperatur**

Temperatur der das Messgerät direkt umgebenden Luft

### 3.35

#### **Eignungsanerkennung**

Entscheidung einer benannten Stelle, dass das Baumuster eines Messgeräts den festgelegten Anforderungen entspricht

### 3.36

#### **Eignungsprüfung**

Untersuchung von zwei oder mehr Messgeräten desselben Baumusters, die einer benannten Stelle von einem Hersteller zur Verfügung gestellt wurden, einschließlich der zur Eignungsanerkennung des Baumusters notwendigen Prüfungen

### 3.37

#### (Mess)unsicherheit

dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden könnte

[QUELLE: ENV 13005:1999]

## 4 Abkürzungen

|      |                              |
|------|------------------------------|
| AMS  | automatische Messeinrichtung |
| MFC  | Massenstromregler            |
| PTFE | Polytetrafluorethylen        |
| QS   | Qualitätssicherung           |

## 5 Kurzbeschreibung

### 5.1 Allgemeines

Die vorliegende Norm beschreibt das Verfahren zur Messung der Konzentration von Benzol in der Außenluft durch automatische Probenahme und Analyse mittels Gaschromatographie (GC). Die Anforderungen, die spezifischen Bauteile des GC-Messgerätes und das zugehörige Probenahmesystem werden beschrieben. Für das Messgerät wird eine Reihe von Leistungskenngrößen mit den zugehörigen Mindestanforderungen festgelegt. Die tatsächlichen Werte dieser Leistungskenngrößen eines bestimmten Gerätetyps müssen in einer sogenannten Eignungsprüfung bestimmt werden, für die die Prüfverfahren beschrieben wurden. Die Eignungsprüfung umfasst eine Labor- und eine Feldprüfung. Die Auswahl eines eignungsgeprüften Messgerätes für eine konkrete Messaufgabe im Feld beruht auf der Berechnung der erweiterten Messunsicherheit des Messverfahrens. Bei dieser Berechnung der erweiterten Messunsicherheit werden die tatsächlichen Werte der verschiedenen Leistungskenngrößen eines eignungsgeprüften Messgerätes und die standortspezifischen Bedingungen an der Messstation berücksichtigt (siehe 9.6). Die erweiterte Messunsicherheit des Verfahrens darf bei ortsfesten Messungen 25 % und bei orientierenden Messungen 30 % nicht überschreiten, wie in Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG festgelegt. Anforderungen und Empfehlungen zur Qualitätssicherung für Messungen im Feld werden angegeben (siehe 9.4).

### 5.2 Messprinzip

Ein abgemessenes Probenluftvolumen wird durch eine Probenfalle (Sorptionsrohr) gesaugt oder gedrückt. Bei Wahl geeigneter Sorbenzien wird das Benzol im Sorptionsrohr zurückgehalten und quantitativ aus dem Luftstrom entfernt. Das gesammelte Benzol wird durch Wärme desorbiert, mit Hilfe eines inerten Trägergases in einen Gaschromatographen überführt, der mit einer Kapillarsäule und einem geeigneten Detektor ausgerüstet ist (siehe 7.6), und dort analysiert. Vor dem Eintritt in die Säule wird die Probe entweder in einer Kältefalle (Cryo-Trap), von der die Probe durch Erwärmen in die Säule freigesetzt wird, oder auf einer Vorsäule konzentriert, wo höhersiedende Kohlenwasserstoffe von der Vorsäule durch Rückspülung entfernt werden.

Verwendet werden zwei allgemeine Arten von Geräten. Eine Art ist mit einer einzigen Probenfalle ausgerüstet, die andere mit zwei oder mehreren Fallen. Das Gerät mit einer Falle nimmt nur in einem Teil jedes Zyklus eine Probe, während das Gerät mit mehreren Fallen kontinuierlich misst, wie in Bild 1 bzw. 2 dargestellt ist. Typische Zykluszeiten liegen zwischen 15 min und 1 h.

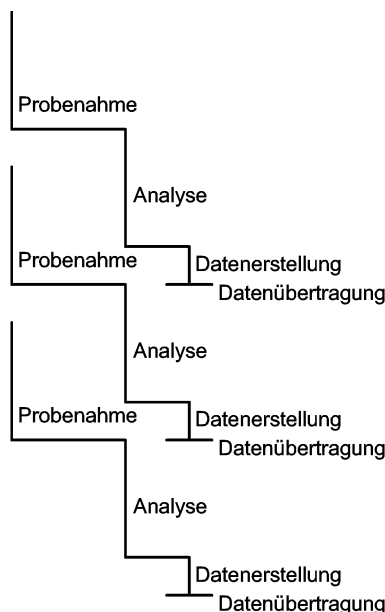


**Bild 1 — Probenahme mit einer einzigen Falle**

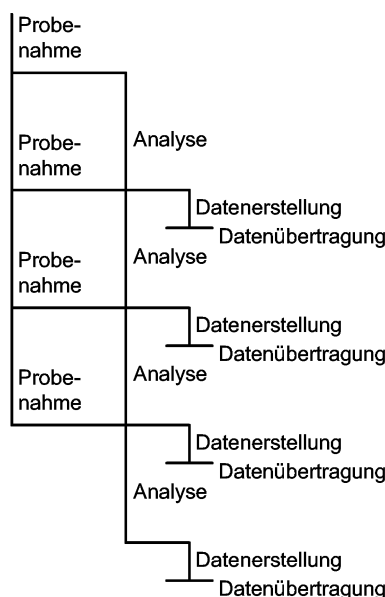


**Bild 2 — Probenahme mit mehreren Fällen**

Besonders zu beachten sind gasförmige Störkomponenten, die gemeinsam mit Benzol von der gewählten chromatographischen Säule eluiert werden können, wie z. B. Kohlenwasserstoffe mit ähnlichen Siedepunkten.

Die Endergebnisse für die Berichterstattung sind unter Anwendung von Standardumrechnungsfaktoren (siehe Abschnitt 10) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  anzugeben.

### 5.3 Eignungsprüfung

Die Eignungsanerkennung eines Messgerätes nach Abschnitt 8 und die nachfolgenden Qualitätssicherungsmaßnahmen sowie Verifizierungsmaßnahmen nach Abschnitt 9 belegen, dass die in den betreffenden EU-Richtlinien bezüglich der Datenqualität festgelegten Anforderungen erfüllt werden können. Der Hersteller des Messgerätes muss die in den Europäischen Normen EN 15267-1 und EN 15267-2 festgelegten Anforderungen erfüllen. Die Eignungsprüfungen sind von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Eignungsanerkennung muss von oder im Auftrag der zuständigen nationalen Behörde eines Mitgliedstaates ausgesprochen werden.

Die Eignungsprüfung beruht auf der Bewertung von Leistungskenngrößen, die mit einer Reihe von vorgeschriebenen Prüfungen bestimmt werden. In dieser Europäischen Norm werden die Prüfverfahren zur Bestimmung der tatsächlichen Werte der Leistungskenngrößen beschrieben, die mit mindestens zwei Messgeräten in der Labor- und der Feldprüfung ermittelt werden, wobei die Geräte in beiden Fällen parallel betrieben werden. Die Eignungsprüfung im Labor darf nicht das Probenahmesystem und das externe Datenerfassungssystem einbeziehen, muss jedoch Probenahmeleitung des Messgerätes und Filter einschließen. Bei der Eignungsprüfung im Feld darf das Probenahmesystem einbezogen werden. Der Einfluss dieser Komponenten auf die Prüfergebnisse muss jedoch durch ordnungsgemäße Wartung minimiert werden.

Der experimentelle Nachweis erfolgt durch

- Eignungsprüfungen, die unter den Bedingungen des beabsichtigten Einsatzes des festgelegten Messverfahrens durchgeführt werden, und
- die Berechnung der erweiterten Messunsicherheit der Messergebnisse unter Bezugnahme auf ENV 13005:1999.

## 5.4 Feldbetrieb und Qualitätskontrolle

Vor der Installation und dem Betrieb eines eignungsgeprüften Messgerätes in einer Messstation ist die erweiterte Messunsicherheit anhand der bei der Eignungsprüfung ermittelten Werte der Leistungskenngrößen und der standortspezifischen Bedingungen an der Messstation zu berechnen. Diese Berechnung ist zum Nachweis der Eignung eines eignungsgeprüften Messgerätes unter den an der konkreten Messstation tatsächlich vorliegenden Bedingungen heranzuziehen.

Nach der Installation des eignungsgeprüften Messgerätes in der Messstation ist seine ordnungsgemäße Arbeitsweise zu prüfen.

Um sicherzustellen, dass die Unsicherheit der nachfolgenden im Feld erhaltenen Messergebnisse den zulässigen Wert einhält, werden entsprechende Anforderungen an die Qualitätssicherung beim Betrieb und bei der Wartung sowohl des Probenahmesystems als auch des Messgerätes gestellt.

## 6 Probenahme

### 6.1 Allgemeines

Je nach Einbau des Messgeräts in der Messstation darf eine eigene Probenahmeleitung für das Messgerät gewählt werden. Alternativ kann die Probenahme über einen gemeinsamen Probeneinlass mit einem Probengasverteiler erfolgen, an den weitere Messgeräte und andere Geräte angeschlossen werden können. Die Betriebsbedingungen und die Bauweise der Probenahmeeinrichtung tragen zur Messunsicherheit bei. Mit den in den folgenden Unterabschnitten genannten Anforderungen an die Probenahmeeinrichtung kann dieser Beitrag zur erweiterten Messunsicherheit minimiert werden.

ANMERKUNG Im Anhang B sind unterschiedliche Anordnungen der Probenahmeeinrichtung schematisch dargestellt.

### 6.2 Probenahmeort

Der Ort für Probenahme und Analyse von Außenluft wird nicht vorgegeben, da dieser von der Kategorie der Messstation bedingt wird (z. B. Messungen in einem ländlichen Gebiet oder Gebiet mit städtischem Hintergrund). Eine Anleitung sowie Kriterien für die Festlegung von Probenahmestellen finden sich in Anhang III der Richtlinie 2008/50/EG.

## 6.3 Probenahmeeinrichtung

### 6.3.1 Aufbau

Die Probenahmeeinrichtung muss über einen Probeneinlass verfügen und kann zusätzlich die folgenden Bauteile enthalten:

- eine Probenahmeleitung oder einen Probengasverteiler;
- ein Partikelfilter, angeordnet zwischen Probenahmeleitung oder Probengasverteiler und Messgerät;
- eine Probenahmepumpe, wenn ein Probengasverteiler verwendet wird.

Der Probeneinlass muss so konstruiert sein, dass kein Regenwasser in die Probenahmeleitung oder den Probengasverteiler eindringen kann. Die Probenahmeleitung oder der Probengasverteiler müssen so kurz wie praktisch möglich sein, um die Verweilzeit zu minimieren.

Falls ein Probengasverteiler eingesetzt wird, ist eine zusätzliche Pumpe erforderlich, deren Leistung ausreicht, um die in den vorangegangenen Unterabschnitten für die Probenahme genannten Anforderungen zu erfüllen (siehe auch 6.5 und Anhang D).

Das Material des Probeneinlasses, der Probenahmeleitung oder des Probengasverters kann die Zusammensetzung der Probe beeinflussen. Diese Materialien müssen gegenüber Benzol inert sein.

ANMERKUNG 1 In der Praxis sind die besten zu verwendenden Materialien Borosilicatglas und nichtrostender Stahl.

ANMERKUNG 2 Zur Vermeidung von Kondensation dürfen Probenahmeleitung oder Probengasverteiler mäßig beheizt werden. Kondensation kann bei hoher Umgebungstemperatur und/oder Feuchte auftreten.

Der Einfluss des durch den Probeneinlass und die Probenahmeleitung oder den Probengasverteiler sowie das Partikelfilter verursachten Druckabfalls auf die gemessenen Konzentrationen muss  $\leq 1,0 \%$  sein.

### 6.3.2 Partikelfilter

Zwischen Probenahmeleitung oder Probengasverteiler und dem Einlass des Messgerätes ist ein Partikelfilter anzuordnen. Es muss alle Partikel zurückhalten, die das Leistungsvermögen des Messgeräts beeinträchtigen könnten. Das Material des Filters und des Filtergehäuses muss gegenüber Benzol chemisch inert sein.

ANMERKUNG 1 Filter mit einer Porengröße von  $5 \mu\text{m}$  erfüllen üblicherweise diese Anforderung.

ANMERKUNG 2 Geeignete Materialien für das Filtergehäuse sind z. B. PTFE, nichtrostender Stahl oder Borosilicatglas.

Das Partikelfilter muss regelmäßig ausgewechselt werden, wobei die Häufigkeit des Wechsels von der Staubbelastung an der Probenahmestelle abhängt (wie in 9.7 angegeben). Das Filtergehäuse ist mindestens jährlich zu reinigen. Eine Überladung des Partikelfilters kann Benzolverluste durch Adsorption an den Partikeln verursachen und den Druckabfall in der Probenahmeleitung vergrößern.

### 6.3.3 Verlust von Benzol

Je nach Anordnung des Partikelfilters kann die Probenahmeeinrichtung durch Staubablagerungen verunreinigt werden. Das kann zu Verlusten von Benzol führen. Die Probenahmeeinrichtung muss mit einer von den standortspezifischen Bedingungen abhängigen Häufigkeit gereinigt werden (wie in 9.4.2 angegeben).

### 6.3.4 Konditionierung

Die Probenahmeeinrichtung und das Partikelfilter müssen (bei der Erstinstallation und nach jeder Reinigung) durch eine mindestens 30-minütige Probenahme von Luft beim Nennprobenvolumenstrom konditioniert werden, um eine vorübergehende Abnahme der gemessenen Benzolkonzentrationen zu vermeiden.

Die Konditionierungsphasen dürfen nicht in die Berechnung der Verfügbarkeit des Messgeräts bei der Eignungsprüfung (siehe 8.5.7) eingehen. Die Konditionierung darf auch bereits im Labor vor der Installation erfolgen.

**ANMERKUNG** Die Konditionierung während des Feldbetriebs wird als Teil der üblichen Wartungsarbeiten angesehen. Folglich sind die während der Konditionierung gemessenen Konzentrationen nicht in die Berechnung der Datenerfassung und der Jahresmittelwerte einzubeziehen.

## 6.4 Steuerung und Regelung des Probenvolumens

Das in der Probenfalle gesammelte Volumen der Luftprobe muss innerhalb der vom Hersteller des Messgeräts angegebenen Spezifikationen liegen.

## 6.5 Probenahmepumpe für den Probengasverteiler

Bei Verwendung eines Probengasverteilers ist eine Pumpe zur Probenahme der Luft und zum Durchsaugen der Probenluft durch den Probengasverteiler erforderlich. Der Einlass der Probenahmepumpe (oder des Absaugventilators) für den Probengasverteiler muss am Ende des Probengasverteilers angeordnet sein (siehe Anhang D). Die Probenahmepumpe oder der Absaugventilator muss eine ausreichende Nennleistung aufweisen, um sicherzustellen, dass alle an den Probengasverteiler angeschlossenen Messgeräte mit der erforderlichen Luftmenge versorgt werden. Zur Überwachung der Funktion dieser Pumpe wird die Installation einer Volumenstromwarnanlage empfohlen. Ein Beispiel für den Probengasverteiler ist im Anhang D angeführt.

Der Einfluss des durch die Probenahmepumpe für den Probengasverteiler verursachten Druckabfalls auf die gemessene Konzentration muss  $\leq 1,0 \%$  sein.

# 7 Messgerät

## 7.1 Allgemeines

In Anhang C sind typische Bauarten von automatischen gaschromatographischen Messgeräten zusammen mit deren Betriebsparametern aufgeführt.

Das automatische gaschromatographische Messgerät besteht aus den grundlegenden Komponenten, die in 7.2 bis 7.7 beschrieben sind.

## 7.2 Probenfalle

Eine typische Probenfalle wird aus nichtrostendem Stahl oder Borosilicatglas hergestellt. Sie ist mit einem Sorbens oder einer Reihe von Sorbenzien gepackt. Das Aufnahmevermögen muss geeignet sein, Benzol im Mindest-Probenahmenvolumen zur Messung einer Benzolkonzentration von  $\leq 10 \%$  des Jahresgrenzwertes quantitativ zurückzuhalten.

**ANMERKUNG** Für die Sorbenzien wird eine Partikelgröße von 0,18 mm bis 0,25 mm (60 mesh bis 80 mesh) empfohlen.

Aufgrund des wiederholten Erwärmens und Abkühlens wird sich die Probenfalle im Verlauf der Zeit verschlechtern und muss in Übereinstimmung mit den Empfehlungen des Herstellers ausgetauscht werden.

## 7.3 Probenahmesystem

Das eingesetzte Probenahmesystem kann je nach Gerät unterschiedlich sein. Es muss jedoch in der Lage sein, ein bei Normbedingungen (Temperatur und Druck) bekanntes Probenvolumen zuzuführen.

## 7.4 Thermodesorptionseinheit

In Abhängigkeit vom eingesetzten Gerät kann die Thermodesorptionseinheit für eine ein- oder zweistufige Desorption von Benzol von der Probenfalle geeignet sein. Die Desorption erfolgt durch kurzzeitiges Erwärmen der Falle und Hindurchleiten eines Trägergasstroms (üblicherweise Stickstoff). Je nach Gerät müssen Temperatur, Trägergasstrom und Zeit hinreichend sein, um das gesammelte Benzol quantitativ in eine Kältefalle, eine Vorsäule oder die Trennsäule zu überführen.

Wenn eine Kältefalle oder Vorsäule verwendet wird, gelten die gleichen Anforderungen an die Desorption von Benzol von diesen Fallen. Außerdem muss die zweite Desorption so sein, dass die chromatographische Trennung von Benzol von (möglichen) Störkomponenten optimiert wird.

## 7.5 Gaschromatograph

Der Gaschromatograph besteht aus einer analytischen (Trenn-)Säule und einem Ofen, der zum Erwärmen der Säule verwendet wird, um die Trennung von Benzol von (möglichen) Störkomponenten innerhalb eines Zeitraums zu bewirken, der hinreichend ist, um die quantitative Bestimmung bei Konzentrationen von 10 % des Jahresgrenzwertes oder weniger ermöglichen.

ANMERKUNG Für eine wirksame Trennung und quantitative Bestimmung kann die Anwendung einer Temperaturprogrammierung erforderlich sein. Das wirkt sich auf die Mindestzykluszeit zwischen den Messungen aus.

## 7.6 Detektor

Der Detektor muss die quantitative Bestimmung von Benzol bei Konzentrationen von 10 % des Jahresgrenzwertes oder weniger ermöglichen. Die am häufigsten eingesetzten Detektoren sind Flammenionisations- und Photoionisationsdetektoren. Letzterer hat den Vorteil, dass er für seinen Betrieb keine zusätzlichen Gase erfordert, er neigt jedoch zu einer stärkeren Signaldrift und bedarf einer häufigeren Wartung.

## 7.7 Datenverarbeitungssystem

Das Messgerät ist mit einer Software ausgestattet, die die Identifizierung und quantitative Bestimmung von Benzol in den aufgenommenen Chromatogrammen ermöglicht. Die Software muss eine Datenweiterverarbeitung nach der Erfassung ermöglichen, z. B. im Fall einer Drift der Retentionszeitfenster, die zur fehlerhaften Identifizierung von Komponenten führt.

ANMERKUNG Datenverarbeitung und -weiterverarbeitung können mit dem geräteinternen Rechner vor Ort oder mit einem externen Rechner durchgeführt werden.

# 8 Eignungsanerkennung von Benzol-Messgeräten

## 8.1 Allgemeines

Bei der Bestimmung der Konzentration von Benzol in Luft muss die in Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG vorgegebene maximal zulässige Unsicherheit der gemessenen Werte (25 % für ortsfeste Messungen bzw. 30 % für orientierende Messungen) eingehalten werden. Um zu erreichen, dass die Unsicherheit kleiner (oder gleich) dieser geforderten Unsicherheit ist, muss das Messgerät sämtliche Kriterien für die in dieser Norm angegebenen Leistungskenngrößen erfüllen. Die Werte für diese ausgewählten Leistungskenngrößen sind in Labor- und Feldprüfungen zu ermitteln. Durch Berechnung der erweiterten Messunsicherheit aus der Kombination der Werte der ausgewählten Leistungskenngrößen ist zu beurteilen, ob das Messgerät das Kriterium der maximal zulässigen Unsicherheit nach Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG (25 % für ortsfeste Messungen bzw. 30 % für orientierende Messungen) einhält.

Das Verfahren zur Beurteilung der Werte der Leistungskenngrößen (Eignungsprüfung) umfasst Labor- und Feldprüfungen sowie die Berechnung der erweiterten Messunsicherheit. Mindestens zwei Messgeräte derselben Bauart sind sowohl im Labor als auch im Feld zu prüfen. Alle geprüften Messgeräte müssen beide Prüfungen bestehen.

Das Verfahren der Eignungsanerkennung muss die in den Europäischen Normen EN 15267-1 und EN 15267-2 festgelegten Zertifizierungsanforderungen erfüllen. Nur benannte Stellen dürfen die Eignungsprüfungen durchführen. Die für die Eignungsprüfung benannte Stelle muss für diese Tätigkeiten nach EN ISO/IEC 17025 akkreditiert sein. Die Eignungsanerkennung wird von oder im Auftrag der zuständigen Behörde ausgesprochen.

EN 15267-1 legt die allgemeinen Grundsätze für die Produktzertifizierung von automatischen Messeinrichtungen (AMS) zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen und zur Überwachung der Luftqualität fest. Diese Produktzertifizierung besteht aus den folgenden aufeinanderfolgenden Schritten:

- Leistungsprüfung einer AMS;
- Erstbeurteilung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers der AMS;
- Zertifizierung;
- Produktüberwachung nach der Zertifizierung.

EN 15267-2 umfasst die zusätzlichen Anforderungen an das Managementsystem des Herstellers der AMS zu EN ISO 9001:2000 zur Lenkung von Gestaltung und Herstellung der AMS. Diese Europäische Norm dient auch als Referenzdokument für die Auditierung des Managementsystems des Herstellers der AMS.

## 8.2 Relevante Leistungskenngrößen und Leistungskriterien

Die bei den Labor- und Feldprüfungen zu bestimmenden Leistungskenngrößen sowie die zugehörigen Leistungskriterien sind in Tabelle 1 angegeben. Tabelle 1 gilt für diejenigen Bereiche, die im Anwendungsbereich dieser Norm als normativ festgelegt sind. Wenn Eignungsprüfungen an Messgeräten mit anderen Zertifizierungsbereichen durchgeführt werden, müssen in absoluten Einheiten, wie z. B. nmol/mol/K, angegebene Leistungskriterien angepasst werden. Alle in relativen Einheiten (z. B. %) angegebenen Kriterien müssen unverändert bleiben.

Die Werte der in Tabelle 1 angeführten Leistungskenngrößen sind von einer benannten Stelle bei den Labor- und Feldprüfungen nach den in 8.4, 8.5 und Anhang A beschriebenen Verfahren zu bestimmen.

**Tabelle 1 — Relevante Leistungskenngrößen und Leistungskriterien**

| Nr.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Leistungskenngröße                                                                        | Symbol                      | Ab-schnitt | Labor-prüfung | Feld-prüfung | Leistungskriterium für Benzol                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|---------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Wiederholstandardabweichung bei 10 % des Jahresgrenzwertes                                | $s_{r,z}$                   | 8.4.4      | x             |              | $\leq 0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Wiederholstandardabweichung beim Jahresgrenzwert                                          | $s_{r,ct}$                  | 8.4.4      | x             |              | $\leq 0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Abweichung von der Linearität (Residuum von der linearen Regressionsfunktion)             |                             | 8.4.5      |               |              |                                                                                             |
| 3a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Größtes Residuum von der linearen Regressionsfunktion bei Konzentrationen größer als null | $r_{\max}$                  |            | x             |              | $\leq 5,0 \%$ des Messwertes                                                                |
| 3b                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Residuum bei null                                                                         | $r_z$                       |            | x             |              | $\leq 0,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                          |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks                                           | $b_{gp}$                    | 8.4.6      | x             |              | $\leq 0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kPa}$                                               |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur                                       | $b_{st}$                    | 8.4.7      | x             |              | $\leq 0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{K}$                                                 |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung                                     | $b_V$                       | 8.4.8      | x             |              | $\leq 0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{V}$                                                 |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Störkomponenten bei der Konzentration $c_t$ (bei dem Jahresgrenzwert)                     |                             | 8.4.9      |               |              |                                                                                             |
| 7a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | H <sub>2</sub> O bei einer Konzentration von 19 mmol/mol <sup>b</sup>                     | $b_{\text{H}_2\text{O},ct}$ |            | x             |              | $\leq 0,015 \mu\text{g}/\text{m}^3/(\text{mmol}/\text{mol})$                                |
| 7b                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Gemisch aus organischen Verbindungen                                                      | $\Delta x_{OC}$             |            | x             |              | $\leq 0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                          |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Verschleppung (Memory-Effekt)                                                             | $c_m$                       | 8.4.10     | x             |              | $\leq 1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (als das Signal bei der Messung von Nullgas nach Prüfgas) |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen                                         | $s_{r,f}$                   | 8.5.5      |               | x            | $\leq 0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (als Mittelwert eines Zeitraums von 3 Monaten)           |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Langzeitdrift                                                                             |                             |            |               |              |                                                                                             |
| 10a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Langzeitdrift bei null                                                                    | $D_{l,b}$                   | 8.5.4      |               | x            | $\leq 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                           |
| 10b                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Langzeitdrift bei Prüfgaskonzentration <sup>a</sup>                                       | $D_{l,s}$                   | 8.5.4      |               | x            | $\leq 10 \%$ des Höchstwertes des Zertifizierungsbereichs                                   |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kurzzeitdrift bei Prüfgaskonzentration <sup>a</sup>                                       | $D_{s,s}$                   | 8.4.3      | x             |              | $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über 12 h                                                 |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Differenz Proben-/Kalibriereingang <sup>c</sup>                                           | $\Delta x_{sc}$             | 8.4.11     | x             |              | $\leq 1,0 \%$                                                                               |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kontrollintervall                                                                         |                             | 8.5.6      |               | x            | 14 Tage                                                                                     |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Verfügbarkeit des Messgeräts                                                              | $A_a$                       | 8.5.7      |               | x            | $> 90 \%$                                                                                   |
| <sup>a</sup> Die Prüfgaskonzentration beträgt 70 % bis 90 % des Zertifizierungsbereichs.<br><sup>b</sup> Eine H <sub>2</sub> O-Konzentration von 19 mmol/mol entspricht 80 % relativer Luftfeuchte bei 20 °C und 101,3 kPa.<br><sup>c</sup> Sofern zutreffend.<br><sup>d</sup> Das ist anschließend aus dem Unsicherheitsbudget auszuschließen. |                                                                                           |                             |            |               |              |                                                                                             |

### 8.3 Bauliche Änderungen (EN 15267-2)

Wenn der Hersteller bauliche Änderungen vornimmt, muss er das Prüfinstitut und die zuständige Stelle informieren, außer er hat Belege dafür, dass das Messgerät die im ursprünglichen Zertifikat des Messgerätes aufgeführten Anforderungen nach wie vor erfüllt. Die folgenden drei Typen von Änderungen an eignungsgeprüften Messgeräten werden festgelegt:

- Typ 0: Änderungen, die keinen messbaren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Messgeräts haben;
- Typ 1: Änderungen, die einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Messgeräts haben können, bei denen aber nachfolgende Prüfungen zeigen, dass der Einfluss solcher Änderungen nicht signifikant ist;
- Typ 2: Änderungen, die einen signifikanten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Messgeräts haben.

Ein signifikanter Einfluss verringert die Leistungsfähigkeit des Messgeräts in Bezug auf die betreffenden Leistungskenngrößen gegenüber der im Zertifikat angegebenen. Der Hersteller muss alle Änderungen an einem eignungsgeprüften Messgerät beurteilen. Falls Änderungen vom Typ 2 festgestellt werden, ist eine weitere Beurteilung durch das Prüflaboratorium in Abstimmung mit der zuständigen Stelle durchzuführen. Der Hersteller muss alle Änderungen und Beurteilungen entsprechend den Anforderungen von EN ISO 9001 und EN 15267-2 in einer Weise dokumentieren, dass sie auditiert werden können.

Falls der Hersteller am Messgerät Änderungen des Typs 2 vornimmt, muss das Prüflaboratorium in Abstimmung mit der zuständigen Stelle entscheiden, ob eine Ergänzungsprüfung oder eine vollständige Wiederholungsprüfung erforderlich ist, um die Eignungsanerkennung aufrechtzuerhalten.

### 8.4 Verfahren zur Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Laborprüfung

#### 8.4.1 Allgemeines

Die Bestimmung der Leistungskenngrößen im Labor als Teil der Eignungsprüfung ist von einer benannten Stelle durchzuführen. Die Qualität der Materialien und der Ausrüstung, die bei den beschriebenen Prüfverfahren eingesetzt werden, muss den in dieser Norm angegebenen Anforderungen entsprechen. Die Prüfungen sind an mindestens zwei Messgeräten desselben Typs durchzuführen.

#### 8.4.2 Prüfbedingungen

##### 8.4.2.1 Allgemeines

Vor Inbetriebnahme des Messgeräts ist die Betriebsanleitung des Herstellers insbesondere hinsichtlich der Aufstellung des Geräts und der Qualität und Menge der erforderlichen Verbrauchsmaterialien zu befolgen.

Vor Durchführung der Prüfungen ist die vom Hersteller festgelegte Einlaufzeit zu beachten. Falls die Einlaufzeit nicht festgelegt ist, wird eine Mindestzeit von 4 h empfohlen.

Falls Autoskalierungs- oder Selbstkorrekturfunktion als „übliche Betriebsbedingung“ angesehen werden, müssen Zeiten und Größenordnungen der Selbstkorrektur für das Prüflabor verfügbar sein. Die Größenordnungen der Autokorrektur der Nullpunkt- und der Bezugspunktdrift unterliegen den gleichen Einschränkungen, wie sie in den Leistungskenngrößen festgelegt sind.

Vor der Aufgabe von Prüfgasen auf das Messgerät muss die Prüfgaseinrichtung ausreichend lange betrieben worden sein, um stabile Konzentrationen liefern zu können. Das Messgerät muss mit eingebautem Partikelfilter geprüft werden.

Für die Labor- und Feldprüfungen für die Eignungsprüfung müssen die Einstellungen des Messgerätes den Herstellerangaben entsprechen. Alle Einstellungen sind im Prüfbericht zu vermerken.

#### 8.4.2.2 Parameter

Bei der Prüfung für die einzelnen Leistungskenngrößen müssen die folgenden Parameter innerhalb des in Tabelle 2 angegebenen Bereichs stabil sein.

**Tabelle 2 — Sollwerte und Stabilität der Prüfparameter**

| Parameter                         | Sollwerte                                                                                                                             | Stabilität    |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Probengasdruck                    | Herstellerangaben<br>(mit Ausnahme der Probengasdruckprüfung, siehe 8.4.6)                                                            | $\pm 0,2$ kPa |
| Umgebungstemperatur               | 20 °C bis 23 °C<br>(mit Ausnahme der Umgebungstemperaturprüfung, siehe 8.4.7)                                                         | $\pm 2$ K     |
| Elektrische Spannung <sup>a</sup> | bei Netzennspannung und entsprechend den Angaben des Herstellers<br>(mit Ausnahme der Prüfung der Spannungsabhängigkeit, siehe 8.4.8) | $\pm 1$ %     |
| Probengasvolumen                  | Herstellerangaben                                                                                                                     | $\pm 1$ %     |

<sup>a</sup> Bei einem mit Gleichstrom betriebenen Messgerät ist die Eignungsprüfung zur Spannungsänderung über den Bereich von  $\pm 10$  % der Nennspannung durchzuführen.

#### 8.4.2.3 Prüfgase

Zur Bestimmung der verschiedenen Leistungskenngrößen sind auf (inter)national anerkannte Normale rückführbare Prüfgase zu verwenden, sofern in dieser Norm nichts anderes festgelegt ist. Verfahren zur Herstellung von Prüfgasen sind in Tabelle 3 angegeben.

**Tabelle 3 — Verfahren zur Herstellung von Prüfgasen**

| Verfahren              | Beschreibung                                                                                                                                                 | Rückführbarkeit/<br>anzuwendende Norm                                                                     |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gasflasche             | Druckgasflasche (Benzol-Gasgemisch in Stickstoff)                                                                                                            | EN ISO 6142<br>EN ISO 6143                                                                                |
| Dynamische Herstellung | Dynamische Verdünnung von Benzol-Gasgemischen<br>— aus Druckgasflaschen<br>— aus Geräten für kontinuierliche Injektion, Diffusion, Sättigung oder Permeation | EN ISO 6145-4<br>EN ISO 6145-6<br>EN ISO 6145-7<br>EN ISO 6145-8<br>EN ISO 6145 -9 oder<br>EN ISO 6145-10 |
| Statische Verdünnung   | Herstellung durch Injektion bekannter Mengen von Benzol in ein bekanntes Luftvolumen                                                                         | EN ISO 6144                                                                                               |

Es muss nachgewiesen sein, dass die Unsicherheiten der für die Labor- und Feldprüfungen verwendeten Null- und Prüfgase nicht signifikant sind. Mögliche Verunreinigungen von Null- und Prüfgas dürfen die Ergebnisse der Laborprüfungen nicht signifikant beeinflussen. Die Prüfgase und das Nullgas müssen deshalb die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Toleranzen der Konzentrationen der verwendeten Prüfgase (mit Ausnahme von Benzol bei 10 % des Grenzwertes):  $\pm 10$  %, bei einer Benzol-Konzentration von 10 % des Grenzwertes:  $\pm 40$  %;
- maximal zulässige erweiterte Messunsicherheiten (95%-Vertrauensniveau) der Konzentration der bei den Laborprüfungen eingesetzten Gase: 5 %.

Angaben zum Reinheitsgrad der Prüfgase und des Nullgases (angegeben als absoluter Wert) sind in Tabelle 4 angeführt.

**Tabelle 4a — Angaben zum Reinheitsgrad von Prüfgas**

| Verunreinigung                                                           | Konzentration                       |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Summe der organischen Verbindungen mit Ausnahme von Benzol (siehe 8.4.9) | $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$     |
| Wasser                                                                   | $\leq 150 \mu\text{mol}/\text{mol}$ |

ANMERKUNG Gewisse spezifische organische Verbindungen können absichtlich im Prüfgas enthalten sein. In diesem Fall werden diese aus den Angaben zur Reinheit ausgeschlossen.

**Tabelle 4b — Angaben zum Reinheitsgrad von Nullgas zur Prüfung auf Störkomponenten**

| Verunreinigung                                                           | Konzentration                       |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Benzol                                                                   | $\leq 0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  |
| Summe der organischen Verbindungen mit Ausnahme von Benzol (siehe 8.4.9) | $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$     |
| Wasser                                                                   | $\leq 150 \mu\text{mol}/\text{mol}$ |

**Tabelle 4c — Angaben zum Reinheitsgrad von Nullgas für andere Prüfungen**

| Verunreinigung                                                           | Konzentration                       |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Benzol                                                                   | $\leq 0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  |
| Summe der organischen Verbindungen mit Ausnahme von Benzol (siehe 8.4.9) | $\leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$    |
| Wasser                                                                   | $\leq 150 \mu\text{mol}/\text{mol}$ |

ANMERKUNG Es ist ratsam, die Feldprüfungen mit dem gleichen, ausschließlich für diese Prüfungen reservierten Satz von Druckgasflaschen und Nullgasgeneratoren durchzuführen. Die Stabilität von Null- und Prüfgas sollte über einen Zeitraum sichergestellt sein, der länger ist als der Prüfzeitraum.

### 8.4.3 Kurzzeitdrift

Nach der zur Stabilisierung erforderlichen Zeit (8.4.2.1) muss das Messgerät beim Spannniveau (etwa 70 % bis 90 % des Höchstwertes des Zertifizierungsbereichs von Benzol) justiert werden. Es sind 5 aufeinanderfolgende Messungen durchzuführen; der Mittelwert aus den letzten 4 Messungen ist zu berechnen.

Das Messgerät ist unter den Laborbedingungen (8.4.2.2) in Betrieb zu halten, dabei wird Außenluft gemessen. Nach einem Zeitraum von 12 h wird wieder Prüfgas auf das Messgerät aufgegeben. Es sind 5 aufeinanderfolgende Messungen durchzuführen; der Mittelwert aus den letzten 4 Messungen ist zu berechnen.

Die Kurzzeitdrift bei der Spankonzentration ist wie folgt zu berechnen:

$$D_{s,s} = (c_{s,2} - c_{s,1}) \quad (1)$$

Dabei ist

- $D_{s,s}$  die 12-Stunden-Drift beim Spanniveau, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- $c_{s,1}$  der Mittelwert der Spangasmessungen zu Beginn der Driftzeitspanne, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- $c_{s,2}$  der Mittelwert der Spangasmessungen am Ende der Driftzeitspanne, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

$D_{s,s}$  muss das in Tabelle 1 angegebene Leistungskriterium erfüllen.

#### 8.4.4 Wiederholstandardabweichung

Im Anschluss an den geforderten Zeitraum für die Stabilisierung (8.4.2.1) muss das Messgerät bei der Spankonzentration (etwa 70 % bis 90 % des Höchstwertes des Zertifizierungsbereichs von Benzol) justiert werden.

Bei einer Prüfgaskonzentrationen von 10 % des Jahresgrenzwertes und bei dem Jahresgrenzwert sind elf aufeinanderfolgende Messungen durchzuführen.

Aus den letzten 10 Ergebnissen dieser Messungen sind die Wiederholstandardabweichungen ( $s_r$ ) bei 10 % des Jahresgrenzwertes und bei dem Jahresgrenzwert wie folgt zu berechnen:

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Dabei ist

- $s_r$  die Wiederholstandardabweichung, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- $x_i$  das Ergebnis der  $i$ -ten Messung, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- $\bar{x}$  der Mittelwert der 10 Messungen, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- $n$  die Anzahl der Messungen,  $n = 10$ .

$s_r$  muss das in Tabelle 1 angegebene Leistungskriterium sowohl bei 10 % des Jahresgrenzwertes als auch bei dem Jahresgrenzwert erfüllen.

Aus der Wiederholstandardabweichung bei 10 % des Jahresgrenzwertes und der nach 8.4.5 bestimmten Steigung der Kalibrierfunktion wird die Nachweisgrenze des Messgeräts nach [4] berechnet:

$$l_{\text{det}} = 3,3 \cdot \frac{s_{r,z}}{B} \quad (3)$$

Dabei ist

- $l_{\text{det}}$  die Nachweisgrenze des Messgeräts, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- $s_{r,z}$  die Wiederholstandardabweichung bei 10 % des Jahresgrenzwertes, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- $B$  die nach Anhang A mit den Daten aus 8.4.5 ermittelte Steigung der Kalibrierfunktion.

#### 8.4.5 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion

Die Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion des Messgeräts ist über den Bereich von 0 % bis 90 % des Höchstwertes des Zertifizierungsbereichs von Benzol mit mindestens sechs Konzentrationen (einschließlich des Nullpunktes) zu prüfen. Das Messgerät ist bei einer Konzentration von etwa 50 % des Höchstwertes des Zertifizierungsbereichs zu justieren. Bei jeder Konzentration (einschließlich des Nullpunktes) sind mindestens vier Einzelmessungen durchzuführen. Die erste Messung jeder Reihe ist aus der Berechnung der Regressionsfunktion auszuschließen.

Die Konzentrationen sind in folgender Reihenfolge aufzugeben: 50 %, 10 %, 30 %, 5 %, 90 % und 0 %. Nach jedem Wechsel der Konzentration muss das erste Messergebnis verworfen werden.

Die Unsicherheit der Verdünnungsverhältnisse für die aufgegebenen Konzentrationen muss untereinander kleiner als 1,5 % sein.

**ANMERKUNG** Der Versuchsaufbau (Anzahl der Konzentrationsstufen und Anzahl der Wiederholungen) ist so angelegt, dass die Abweichung von einer linearen Funktion mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann. Die Prüfung ist außerdem ausreichend robust, um Nicht-Linearität zwischen null und einer Konzentration am unteren Ende des Bereichs sowie Nicht-Linearität von diesem unteren Ende bis zum oberen Ende des Bereichs erkennen zu können.

Die Berechnung der linearen Regressionsfunktion und der Abweichungen (Residuen) wird nach Anhang A durchgeführt. Jede der (relativen) Abweichungen von der linearen Regressionsfunktion muss das in Tabelle 1 angegebenen Kriterium erfüllen.

Der größte Wert der relativen Abweichungen wird als  $r_{\max}$  angegeben und ist beim Nachweis der Erfüllung der Anforderung 1 für die Eignungsanerkennung zu berücksichtigen. Der Wert der relativen Abweichung beim Jahresgrenzwert ist bei der Berechnung der Anforderungen 2 und 4 für die Eignungsanerkennung zu verwenden.

#### 8.4.6 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks

Es sind 5 aufeinanderfolgende Messungen von Spangas (bei einer Konzentration von etwa 70 % bis 90 % des Höchstwertes des Zertifizierungsbereichs von Benzol) bei einem absoluten Druck von etwa  $(80 \pm 0,2)$  kPa und bei einem absoluten Druck von etwa  $(110 \pm 0,2)$  kPa durchzuführen. Für jeden Druck ist der Mittelwert der letzten 4 Messungen zu berechnen.

Der Einfluss des Probengasdrucks wird wie folgt berechnet:

$$b_{\text{gp}} = \left| \frac{(C_{P2} - C_{P1})}{(P_2 - P_1)} \right| \quad (4)$$

Dabei ist

$b_{\text{gp}}$  der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kPa}$ ;

$C_{P1}$  der Mittelwert der Messungen beim Probengasdruck  $P_1$ , in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;

$C_{P2}$  der Mittelwert der Messungen beim Probengasdruck  $P_2$ , in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;

$P_1$  der niedrigste Probengasdruck, in kPa;

$P_2$  der höchste Probengasdruck, in kPa.

$b_{\text{gp}}$  muss das in Tabelle 1 angegebene Leistungskriterium erfüllen.