

DIN EN 14662-3

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

ICS 13.040.20

Ersatz für
DIN EN 14662-3:2005-08

**Außenluft –
Messverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen –
Teil 3: Automatische Probenahme mit einer Pumpe und
gaschromatographische In-situ-Bestimmung;
Deutsche Fassung EN 14662-3:2015**

Ambient air –

Standard method for the measurement of benzene concentrations –
Part 3: Automated pumped sampling with in situ gas chromatography;
German version EN 14662-3:2015

Qualité de l'air ambiant –

Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène –
Partie 3: Prélèvement par pompage automatique avec analyse chromatographique en phase
gazeuse sur site;
Version allemande EN 14662-3:2015

Gesamtumfang 82 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 14662-3:2015 wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe WG 12 „Reference method for determination of SO₂/NO₂/O₃/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 im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL – benannt worden sind, erarbeitet.

Änderungen

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

- a) Abschnitt 8 wurde an andere Normen angepasst, in denen die Eignungsanerkennung von Gasmessgeräten behandelt wird;
- b) in 9.4 und 9.6 wurden Leistungsanforderungen geändert oder gestrichen und zusätzliche Leistungskriterien und Prüfungen für die Wiederholpräzision bei einer Prüfgaskonzentration eingeführt;
- c) in 9.5 wurde eine Gleichung für die softwareseitige Justierung von Rohdaten des Messgeräts nach der Kalibrierung eingeführt;
- d) in den Anhängen E und F wurde die Berechnung der Unsicherheit so abgeändert, dass sie konform zu EN ISO 14956 erfolgt.

Frühere Ausgaben

DIN 33963-1: 1997-02

DIN 33963-2: 1997-02

DIN EN 14662-3: 2005-08

Deutsche Fassung
**Außenluft —
Messverfahren zur Bestimmung von
Benzolkonzentrationen —
Teil 3: Automatische Probenahme mit einer Pumpe und
gaschromatographische In-situ-Bestimmung**

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

Qualité de l'air ambiant —
Méthode normalisée pour le mesurage de la
concentration en benzène —
Partie 3: Prélèvement par pompage automatique avec
analyse chromatographique en phase gazeuse sur site

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 17. Juli 2015 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Abkürzungen	12
5 Kurzbeschreibung.....	13
5.1 Allgemeines.....	13
5.2 Messprinzip.....	13
5.3 Eignungsprüfung	14
5.4 Feldbetrieb und Qualitätssicherung	15
6 Probenahme.....	15
6.1 Allgemeines.....	15
6.2 Probenahmeort.....	15
6.3 Probenahmeeinrichtung.....	15
6.3.1 Aufbau.....	15
6.3.2 Partikelfilter	16
6.3.3 Benzolverluste	16
6.3.4 Konditionierung	16
6.4 Steuerung und Regelung des Probenvolumens.....	16
6.5 Probenahmepumpe für den Probengasverteiler.....	16
7 Messgerät.....	17
7.1 Allgemeines.....	17
7.2 Probenfalle	17
7.3 Probenahmesystem.....	17
7.4 Thermodesorptionseinheit.....	17
7.5 Trenneinheit.....	17
7.6 Detektor	18
7.7 Datenverarbeitungssystem.....	18
8 Eignungsanerkennung von Benzol-Messgeräten.....	18
8.1 Allgemeines.....	18
8.2 Relevante Leistungskenngrößen und Leistungskriterien	19
8.3 Bauliche Änderungen (EN 15267-1 und EN 15267-2).....	21
8.4 Verfahren zur Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Laborprüfung.....	21
8.4.1 Allgemeines.....	21
8.4.2 Prüfbedingungen.....	21
8.4.3 Kurzzeitdrift	23
8.4.4 Wiederholstandardabweichung.....	24
8.4.5 Abweichung von der Linearität bei der Kalibrierfunktion.....	25
8.4.6 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	25
8.4.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	26
8.4.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung.....	26
8.4.9 Störkomponenten	27
8.4.10 Verschleppung (Memory-Effekt).....	29
8.4.11 Differenz Proben-/Kalibriereingang	29

8.5	Bestimmung der Leistungskenngrößen bei der Feldprüfung	29
8.5.1	Allgemeines	29
8.5.2	Auswahl einer Messstation für die Feldprüfung	30
8.5.3	Betriebsanforderungen	30
8.5.4	Langzeitdrift	31
8.5.5	Vergleichstandardabweichung unter Feldbedingungen	32
8.5.6	Kontrollintervall	33
8.5.7	Dauer der Verfügbarkeit des Messgeräts	33
8.6	Berechnung der erweiterten Messunsicherheit für die Eignungsanerkennung	33
9	Feldbetrieb und laufende Qualitätssicherung	34
9.1	Allgemeines	34
9.2	Eignungsbewertung	34
9.2.1	Allgemeines	34
9.2.2	Messgerät für eine Messstation oder Messaufgabe	34
9.3	Erstinstallation	36
9.4	Laufende Qualitätssicherung	37
9.4.1	Allgemeines	37
9.4.2	Häufigkeit der Kalibrierungen, Prüfungen und Wartungsarbeiten	37
9.5	Kalibrierung des Messgeräts	39
9.5.1	Allgemeines	39
9.5.2	Kalibriergase	40
9.5.3	Justierung der Anzeige des Messgeräts	40
9.6	Prüfungen	40
9.6.1	Funktionskontrollen	40
9.6.2	Abweichung von der Linearität	41
9.6.3	Prüfung des Probengasverteilers	42
9.6.4	Behandlung von Daten nach Überschreitung von Leistungskriterien	43
9.7	Wartung	44
9.7.1	Wechsel der Partikelfilter	44
9.7.2	Wechsel von Probenahmeleitungen	45
9.7.3	Austausch von Verbrauchsmaterialien	45
9.7.4	Vorbeugende/routinemäßige Wartung von Bauteilen des Messgeräts	45
9.8	Datenverarbeitung und Datenberichte	45
9.9	Messunsicherheit	46
10	Auswertung	46
11	Prüfberichte und Dokumentation	46
11.1	Eignungsprüfung	46
11.2	Feldbetrieb	48
11.2.1	Eignungsbewertung	48
11.2.2	Dokumentation	48
11.2.3	Berichte über Luftbeschaffenheitsdaten	48
Anhang A (normativ)	Prüfung auf Abweichung von der Linearität	49
A.1	Erstellung der Regressionsgeraden	49
A.2	Berechnung der Residuen der Mittelwerte	49
Anhang B (informativ)	Probenahmeeinrichtung	51
Anhang C (informativ)	Komponenten und Parameter von Benzol-Messgeräten	53
Anhang D (informativ)	Vorrichtung zur Prüfung des Probengasverteilers	55
Anhang E (normativ)	Eignungsanerkennung	57
E.1	Eignungsanerkennung und Berechnung der Unsicherheit	57
E.1.1	Eignungsanerkennung	57
E.1.2	Berechnung der Unsicherheit	57
E.2	Anforderung a) für die Eignungsanerkennung	57

E.3	Anforderung b) für die Eignungsanerkennung	59
E.3.1	Allgemeines.....	59
E.3.2	Berechnung von Standardunsicherheiten	61
E.3.3	Berechnungsbeispiel.....	66
E.4	Anforderung c) für die Eignungsanerkennung.....	66
E.5	Anforderung d) für die Eignungsanerkennung	67
E.5.1	Allgemeines.....	67
E.5.2	Berechnung von Standardunsicherheiten	69
E.5.3	Berechnungsbeispiel.....	71
	Anhang F (informativ) Berechnung der Unsicherheit im Feldbetrieb beim Jahresgrenzwert.....	72
F.1	Allgemeines.....	72
F.2	Kombinierte Standardunsicherheit	72
F.3	Standardunsicherheiten	73
F.4	Berechnungsbeispiel.....	79
	Literaturhinweise	80

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 14662-3:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2016 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 14662-3:2005.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/50/EG [1].

Wesentliche technische Änderungen dieser Europäischen Norm gegenüber der vorherigen Ausgabe sind:

- Abschnitt 8 wurde an andere Normen angepasst, in denen die Eignungsanerkennung von Gasmessgeräten behandelt wird.
- In 9.4 und 9.6 wurden Leistungsanforderungen geändert oder gestrichen und zusätzliche Leistungskriterien und Prüfungen für die Wiederholpräzision bei einer Prüfgaskonzentration eingeführt.
- In 9.5 wurde eine Gleichung für die softwareseitige Justierung von Rohdaten des Messgeräts nach der Kalibrierung eingeführt.
- In den Anhängen E und F wurde die Berechnung der Unsicherheit so abgeändert, dass sie konform zu EN ISO 14956 erfolgt.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein quasikontinuierliches Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzol in Außenluft mit automatisierter Probenahme und gaschromatographischer Analyse fest. Diese Europäische Norm beschreibt die Leistungskenngrößen und legt die betreffenden Mindestkriterien für die Eignungsprüfung eines automatischen Gaschromatographen (GC) fest. Sie beinhaltet auch die Bewertung der Eignung eines Messgeräts für die Anwendung an einem ortsfesten Messstandort bezüglich der Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG [1] und bezüglich der Anforderungen an Probenahme, Kalibrierung und Qualitätssicherung.

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

Abhängig von den in Außenluft vorliegenden Konzentrationen dürfen auch andere Bereiche gewählt werden.

ANMERKUNG 1 Wird die Norm für andere Zwecke als die von der Richtlinie 2008/50/EG geforderten Messungen angewendet, brauchen die Bereiche und Anforderungen an die Unsicherheit nicht zur Anwendung zu kommen.

Das Verfahren umfasst die Bestimmung der Konzentrationen von Benzol in 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°C und $101,3 \text{ kPa}$) angegeben.

ANMERKUNG 2 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 zur Messung von Benzol mit automatischer Gaschromatographie und Probenahmeeinrichtung.

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 der Eignungsprüfung;
- Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Messgeräts;
- die Bewertung der Ergebnisse der Eignungsprüfung;
- die Bewertung der Unsicherheit der Messergebnisse des Benzol-Messgeräts auf der Grundlage der Ergebnisse der Eignungsprüfung.

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

- die Erstinstallation des Messgeräts im Messnetz und die Beurteilung von dessen Eignung;
- die laufende Qualitätssicherung;
- die Berechnung der Ergebnisse und den Messbericht;
- die 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 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 6142, *Gasanalyse – Herstellung von Prüfgasen – Wägeverfahren (ISO 6142)*

EN ISO 6143, *Gasanalyse – Vergleichsverfahren zur Bestimmung und Überprüfung der Zusammensetzung von Kalibriergasgemischen (ISO 6143)*

EN ISO 6144, *Gasanalyse – Herstellung von Prüfgasen – Volumetrisch-statistisches Verfahren (ISO 6144)*

EN ISO 6145-4, *Gasanalyse – Herstellung von Kalibriergasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren – Teil 4: Kontinuierliches Spritzen-Injektionsverfahren (ISO 6145-4)*

EN ISO 6145-6, *Gasanalyse – Herstellung von Kalibriergasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren – Teil 6: Kritische Düsen (ISO 6145-6)*

EN ISO 6145-7, *Gasanalyse – Herstellung von Kalibriergasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren – Teil 7: Thermische Massendurchflussregler (ISO 6145-7)*

EN ISO 6145-8, *Gasanalyse – Herstellung von Kalibriergasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren – Teil 8: Diffusionsverfahren (ISO 6145-8)*

EN ISO 6145-9, *Gasanalyse – Herstellung von Kalibriergasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren – Teil 9: Sättigungsverfahren (ISO 6145-9)*

EN ISO 6145-10, *Gasanalyse – Herstellung von Kalibriergasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren – Teil 10: Permeationsverfahren (ISO 6145-10)*

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

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Justierung

Reihe von Tätigkeiten, die an einem Messsystem ausgeführt 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), Anmerkung 3 zum Begriff wurde abgeändert, [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 Messgeräts

Anteil an der gesamten Zeitspanne, für den gültige Messwerte eines Messgeräts 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), geändert, die dritte Anmerkung wurde entfernt]

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: ISO/IEC Guide 98-3:2008]

3.10**Erweiterungsfaktor**

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

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008]

3.11**zuständige Stelle**

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

3.12**Nachweisgrenze**

kleinste Konzentration einer Messgröße, die zuverlässig mit einem bestimmten Messverfahren nachgewiesen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Nachweisgrenze wird als $3,3 \cdot (sr_z/B)$ berechnet, wobei sr_z die Standardabweichung des Signals des Messgeräts bei der Konzentration null der Messgröße und B die Steigung der Kalibrierfunktion ist [5].

Anmerkung 2 zum Begriff: Grundsätzlich sollte das Signal der in dieser Norm beschriebenen Messgeräte bei einer Benzol-Konzentration von null auch null sein. Folglich darf sr_z durch wiederholte Messung einer geringen Benzol-Konzentration, z. B. 10 % des Niveaus des Jahresgrenzwerts 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: ISO/IEC Guide 98-3:2008]

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 Messgeräts ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zykluszeit ist diejenige Zeit, die das Messgerät benötigt, um alle für eine Einzelmessung erforderlichen Schritte auszuführen. Dies können einige oder alle der folgenden Schritte sein: Probensammlung, Probenaufkonzentrierung, Probendesorption, chromatographische Analyse, Vorbereitung des Messgeräts für den nächsten Messzyklus.

3.16

Einflussgröße

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

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008]

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 Mittelwerts einer Reihe von bei gleicher Konzentration durchgeführten Messungen von der linearen Regressionsgeraden

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

Komponente des Messgeräts zur Probenahme eines genau bekannten Volumens an Außenluft

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieser Norm sind z. B. ein Massenstromregler mit zeitgesteuertem Umschaltventil oder eine Probenahmespritze geeignet.

3.31

Probenahmeeinrichtung

Anordnung von Bauteilen zur 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: ISO/IEC Guide 98-3:2008]

3.34

Umgebungstemperatur

Temperatur der das Messgerät direkt umgebenden Luft (Temperatur innerhalb der Messstation oder des Laboratoriums)

3.35

Eignungsanerkennung

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

3.36

Eignungsprüfung

Untersuchung von zwei oder mehr Messgeräten desselben Baumusters, die einer zuständigen 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: ISO/IEC Guide 98-3:2008]

4 Abkürzungen

AMS	automatische Messeinrichtung (en: Automated Measuring System)
MFC	Massenstromregler (en: Mass Flow Controller)
PTFE	Polytetrafluorethylen
QA	Qualitätssicherung (en: Quality Assurance)
QC	Qualitätslenkung (en: Quality Control)

5 Kurzbeschreibung

5.1 Allgemeines

Diese Europäische Norm beschreibt das auf automatischer Probenahme und Analyse mittels Gaschromatographie (GC) beruhende Verfahren zur Messung der Konzentration von Benzol in der Außenluft. Die Anforderungen, die spezifischen Bauteile des GC-Messgeräts und die zugehörige Probenahmeeinrichtung 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 Eignungsprüfung bestimmt werden, für die die Prüfverfahren beschrieben werden. Die Eignungsprüfung umfasst eine Labor- und eine Feldprüfung. Die Auswahl eines eignungsgeprüften Messgeräts für eine konkrete Messaufgabe im Feld beruht auf der Berechnung der erweiterten Messunsicherheit des Messverfahrens. Bei dieser Berechnung werden die tatsächlichen Werte der verschiedenen Leistungskenngrößen eines eignungsgeprüften Messgeräts und die standortspezifischen Bedingungen an der Messstation berücksichtigt (siehe 9.6). Die erweiterte Messunsicherheit des Verfahrens darf nach Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG bei ortsfesten Messungen 25 % und bei orientierenden Messungen 30 % nicht überschreiten. Anforderungen und Empfehlungen zur Qualitätssicherung für Messungen im Feld werden angegeben (siehe 9.4).

5.2 Messprinzip

Ein gemessenes Probenluftvolumen wird durch eine Probenfalle (Sorptionrohr) gesaugt oder gedrückt. Bei Wahl geeigneter Sorbenzien wird das Benzol im Sorptionsrohr zurückgehalten und quantitativ aus dem Luftstrom entfernt. Das gesammelte Benzol wird thermisch 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 kann die Probe entweder in einer Kältefalle (Cryo-Trap), von der sie thermisch in die Säule freigesetzt wird, oder auf einer Vorsäule konzentriert werden, von der höhersiedende Kohlenwasserstoffe durch Rückspülung entfernt werden.

Es werden zwei Arten von Geräten eingesetzt. Die eine nimmt nur in einem Teil jedes Zyklus eine Probe, während die andere kontinuierlich misst, wie es in Bild 1 bzw. Bild 2 dargestellt ist. Typische Zykluszeiten liegen zwischen 15 min und 1 h.

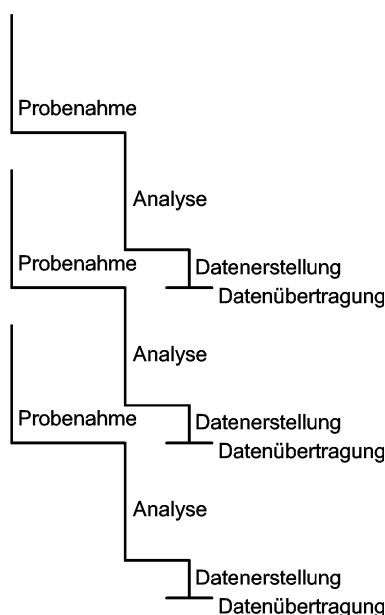


Bild 1 — Probenahme mit einer einzelnen Falle

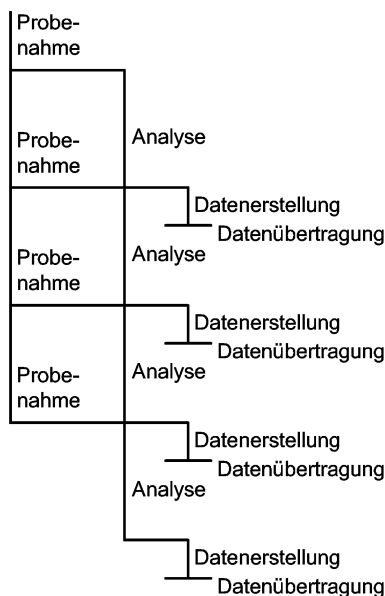


Bild 2 — Probenahme mit mehreren Fällen

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

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

5.3 Eignungsprüfung

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 im Labor und denselben Messgeräten im Feld ermittelt werden, wobei die Geräte in beiden Fällen parallel betrieben werden. Die Eignungsprüfung im Labor darf den Probeneinlass oder Probenverteiler und ein externes Datenerfassungssystem nicht einbeziehen, wohl aber die Probenahmeleitung und das Filter des Messgeräts. Bei der Eignungsprüfung im Feld dürfen der Probeneinlass oder der Probenverteiler einbezogen werden. Der Einfluss dieser Komponenten auf die Prüfergebnisse muss jedoch durch ordnungsgemäße Wartung minimiert werden.

Diese Prüfungen sind von einer zuständigen Stelle durchzuführen. Die Bewertung der Ergebnisse bezüglich der Eignungsanerkennung des Messgeräts beruht auf der Berechnung der erweiterten Messunsicherheit, die aus den numerischen Werten der relevanten Leistungskenngrößen abgeleitet und mit einer vorgegebenen maximal zulässigen Messunsicherheit verglichen wurde.

Die Eignungsanerkennung eines Messgeräts sowie die nachfolgenden Qualitätssicherungsmaßnahmen belegen, dass die in Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG [1] bezüglich der Datenqualität definierten Anforderungen erfüllt werden können.

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 ISO/IEC Guide 98-3:2008.

5.4 Feldbetrieb und Qualitätssicherung

Vor der Installation und dem Betrieb eines eignungsgeprüften Messgeräts 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 Messgeräts unter den an der konkreten Messstation tatsächlich vorliegenden Bedingungen heranzuziehen.

Nach der Installation des eignungsgeprüften Messgeräts 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 der Probenahmeeinrichtung als auch des Messgeräts gestellt.

6 Probenahme

6.1 Allgemeines

Je nach Einbau des Messgeräts in der Messstation darf eine eigene Probenahmeleitung für das Messgerät verwendet werden. Alternativ kann die Probenahme über einen gemeinsamen Probeneinlass mit einem Probengasverteiler erfolgen, an den weitere Messgeräte und sonstige 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 verschiedene Anordnungen der Probenahmeeinrichtung schematisch dargestellt.

6.2 Probenahmeort

Der Ort für Probenahme und Analyse der Außenluft wird nicht vorgegeben, da er von der Kategorie der Messstation abhängt (z. B. ländliches Gebiet oder städtischer Hintergrund). Eine Anleitung sowie Kriterien für die Festlegung von Probenahmestellen sind im Anhang III der Richtlinie 2008/50/EG angegeben.

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 (höchstens 6 s, siehe Anhang D).

Falls ein Probengasverteiler eingesetzt wird, ist eine zusätzliche Pumpe mit ausreichender Leistung erforderlich, 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 Probengasverteilers können die Zusammensetzung der Probe beeinflussen. Sie müssen gegenüber Benzol inert sein.

ANMERKUNG Die geeignetsten Materialien sind Borosilicatglas und nichtrostender Stahl.

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

Zum Schutz des Messgeräts ist ein Partikelfilter zu verwenden. 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 Werkstoffe für das Filtergehäuse sind PTFE, nichtrostender Stahl oder Borosilicatglas.

Das Partikelfilter muss regelmäßig ausgewechselt werden, wobei die Häufigkeit des Wechsels von der Staubbelastung an der Probenahmestelle abhängt (siehe 9.7). 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 Benzolverluste

Je nach Anordnung des Partikelfilters kann die Probenahmeeinrichtung durch Staubablagerungen verunreinigt werden, was zu Benzolverlusten führen kann. Die Probenahmeeinrichtung muss mit einer von den standortspezifischen Bedingungen abhängigen Häufigkeit gereinigt werden (siehe 9.4.1).

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 Benzolkonzentration zu vermeiden.

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

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

6.4 Steuerung und Regelung des Probenvolumens

Das in der Probenfalle gesammelte Probenvolumen muss im Rahmen 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 (siehe 9.6.3.1).

7 Messgerät

7.1 Allgemeines

In Anhang C sind typische Bauarten von automatischen Gaschromatographen sowie deren Betriebsparameter aufgeführt.

Der automatische Gaschromatograph besteht aus den in 7.2 bis 7.7 beschriebenen wesentlichen Komponenten.

7.2 Probenfalle

Eine typische Probenfalle ist aus nichtrostendem Stahl oder Borosilicatglas gefertigt. Sie ist mit einem oder mehreren Sorbenzien gepackt, die Benzol quantitativ aus einem Mindestprobenahmevervolumen zurückhalten müssen, um Benzolkonzentrationen von $\leq 10 \%$ des Jahresgrenzwerts messen zu können.

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

Da die Leistung der Probenfalle aufgrund des wiederholten Erwärmens und Abkühlens mit der Zeit nachlässt, muss sie entsprechend den Empfehlungen des Herstellers gewechselt werden.

7.3 Probennahmesystem

Das Probennahmesystem kann je nach Gerät unterschiedlich sein. Es muss ein bei Normbedingungen (Temperatur und Druck) bekanntes Probenvolumen zuführen können.

7.4 Thermodesorptionseinheit

Je nach Messgerät erfolgt die Desorption von Benzol von der Probenfalle in der Thermodesorptionseinheit ein- oder zweistufig durch kurzzeitiges Erwärmen der Falle und Hindurchleiten eines Trägergasstroms (üblicherweise Stickstoff). Temperatur, Trägergasstrom und Zeit müssen ausreichen, um das gesammelte Benzol quantitativ in – je nach Gerät – eine zusätzliche Falle, eine Vorsäule oder die Trennsäule zu überführen.

Für eine zusätzliche Falle oder Vorsäule gelten ähnliche Anforderungen bezüglich der Benzol-Desorption. Außerdem muss die zusätzliche Desorption dafür sorgen, dass die chromatographische Trennung des Benzols von (möglichen) Störkomponenten optimiert wird.

7.5 Trenneinheit

Die Trenneinheit besteht aus einer analytischen (Trenn-)Säule und einem Ofen zum Erwärmen der Säule, die eine Trennung des Benzols von (möglichen) Störkomponenten zur quantitativen Bestimmung bei Konzentrationen von 10 % des Jahresgrenzwerts oder weniger ermöglicht.

ANMERKUNG Zur Trennung und quantitativen Bestimmung kann eine Temperaturprogrammierung erforderlich sein, was sich auf die Zeit zwischen den Messungen und somit die Mindestzykluszeit auswirkt.

7.6 Detektor

Der Detektor muss für die quantitative Benzolbestimmung von 10 % des Jahresgrenzwerts oder weniger geeignet sein. Am häufigsten werden Flammenionisations- und Photoionisationsdetektoren eingesetzt.

ANMERKUNG Letzterer benötigt für seinen Betrieb keine zusätzlichen Gase, neigt jedoch zu einer stärkeren Signaldrift und bedarf einer häufigeren Wartung.

7.7 Datenverarbeitungssystem

Das Messgerät ist mit einer Auswertesoftware zur Identifizierung und Quantifizierung von Benzol in den aufgenommenen Chromatogrammen ausgestattet. Die Software muss eine Neuverarbeitung der Daten nach der Erfassung ermöglichen, z. B. bei einer Drift der Retentionszeitfenster, die zur fehlerhaften Identifizierung von Komponenten führt.

Datenverarbeitung und Neuverarbeitung können vor Ort mit dem geräteinternen Rechner oder einem externen Rechner durchgeführt werden.

Bei interner Datenverarbeitung sollte die Softwareversion als Teil der eindeutigen Kennzeichnung der AMS (siehe 11.1) im Prüfbericht angegeben werden.

Ein Datenverarbeitungssystem, das herstellerseitig mit der AMS in Zusammenhang steht, sollte als Teil des Messgeräts angesehen werden.

8 Eignungsanerkennung von Benzol-Messgeräten

8.1 Allgemeines

Bei der Bestimmung der Konzentration von Benzol in Außenluft muss die in Anhang I der Richtlinie 2008/50/EG vorgegebene maximal zulässige Unsicherheit der Messwerte (25 % für ortsfeste Messungen oder 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 oder 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 zuständige Stellen dürfen die Eignungsprüfungen durchführen. Die Eignungsanerkennung wird von oder im Auftrag der zuständigen Behörde ausgesprochen. Die die erforderlichen Prüfungen ausführende zuständige Stelle muss nachweisen können, dass sie die Anforderungen international anerkannter Normen für Prüflaboratorien einhält.

ANMERKUNG 1 EN ISO/IEC 17025 ist eine harmonisierte, international anerkannte Norm.

ANMERKUNG 2 Die Akkreditierung durch ein Mitglied der European co-operation for Accreditation nach EN ISO/IEC 17025 ist ein entsprechender Nachweis.

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 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 (z. B. nmol/mol/K) angegebene Leistungskriterien angepasst werden. Alle in relativen Einheiten (z. B. %) angegebenen Kriterien bleiben unverändert.

Die Werte der in Tabelle 1 angeführten Leistungskenngrößen sind von einer zuständigen 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 Jahresgrenzwerts	$s_{r,z}$	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 der linearen Regressionsfunktion)		8.4.5			
3a	Größtes Residuum der linearen Regressionsfunktion bei Konzentrationen größer als null	$r_{\max}$		x		$\leq 5,0 \%$ des Messwerts
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 (beim Niveau des Jahresgrenzwerts)		8.4.9			
7a	H ₂ O mit der Konzentration 19 mmol/mol ^b	$b_{\text{H}_2\text{O},ct}$		x		$\leq 0,015 \mu\text{g}/\text{m}^3/(\text{mmol}/\text{mol})$
7b	Gemisch aus organischen Verbindungen	Δx_{OC}		x		$\leq 0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$
8	Verschleppung (Memory-Effekt)	c_m	8.4.10	x		$\leq 1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Messwert 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	$D_{l,z}$	8.5.4		x	$\leq 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
10b	Langzeitdrift bei Prüfgaskonzentration ^a	$D_{l,s}$	8.5.4		x	$\leq 10 \%$ des Höchstwerts des Zertifizierungsbereichs
11	Kurzzeitdrift bei Prüfgaskonzentration ^a	$D_{s,s}$	8.4.3	x		$\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über 12 h
12	Differenz Proben-/Kalibriereingang ^c	Δx_{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	$> 90 \%$

^a Die Prüfgaskonzentration liegt bei etwa 70 % bis 80 % des Zertifizierungsbereichs.

^b Eine H₂O-Konzentration von 19 mmol/mol entspricht 80 % relativer Luftfeuchte bei 20 °C und 101,3 kPa.

^c Sofern zutreffend.

^d Aus dem Unsicherheitsbudget auszuschließen.

8.3 Bauliche Änderungen (EN 15267-1 und EN 15267-2)

Der Hersteller muss alle Änderungen an einem eignungsgeprüften Messgerät beurteilen. Er muss alle Änderungen und Beurteilungen entsprechend den Anforderungen von EN 15267-1 und EN 15267-2 in einer Weise dokumentieren, dass sie auditiert werden können.

ANMERKUNG Siehe auch EN ISO 9001 [4].

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 Messgeräts 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. 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. Falls Änderungen vom Typ 2 festgestellt werden, ist eine weitere Beurteilung durch das Prüflaboratorium in Abstimmung mit der zuständigen Stelle durchzuführen.

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 zuständigen 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 (siehe 8.4.3).

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 Messgeräts 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 (mit Ausnahme der Probengasdruckprüfung, siehe 8.4.6)	$\pm 0,2$ kPa
Umgebungstemperatur	20 °C bis 23 °C (mit Ausnahme der Umgebungstemperaturprüfung, siehe 8.4.7)	± 2 K
Elektrische Spannung ^a	bei Netzennspannung und entsprechend den Angaben des Herstellers (mit Ausnahme der Prüfung der Spannungsabhängigkeit, siehe 8.4.8)	± 1 %
Probengasvolumen	Herstellerangaben	± 1 %

^a Bei einem mit Gleichstrom betriebenen Messgerät ist die Prüfung zur Spannungsänderung über den Bereich von ± 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/ anzuwendende Norm
Gasflasche	Druckgasflasche (Benzol-Gasgemisch in Stickstoff)	EN ISO 6142 EN ISO 6143
Dynamische Herstellung	Dynamische Verdünnung von Benzol-Gasgemischen — aus Druckgasflaschen — aus Geräten für kontinuierliche Injektion, Diffusion, Sättigung oder Permeation	EN ISO 6145-4 EN ISO 6145-6 EN ISO 6145-7 EN ISO 6145-8 EN ISO 6145 -9 oder EN ISO 6145-10
Statische Verdünnung	Herstellung durch Injektion bekannter Mengen von Benzol in ein bekanntes Luftvolumen	EN ISO 6144

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 Grenzwerts): ± 10 %, bei einer Benzol-Konzentration von 10 % des Grenzwerts: ± 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 absolute Werte) sind in Tabelle 4 bis Tabelle 6 enthalten.

Tabelle 4 — 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 organische Verbindungen können absichtlich im Prüfgas enthalten sein. Diese sind aus den Angaben zur Reinheit ausgeschlossen.

Tabelle 5 — 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 6 — 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	$\leq 150 \mu\text{mol}/\text{mol}$

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) wird das Messgerät bei einer Prüfgaskonzentration (etwa 70 % bis 80 % des Höchstwerts des Zertifizierungsbereichs von Benzol) justiert. Es sind fünf aufeinanderfolgende Messungen durchzuführen; der Mittelwert aus den letzten vier Messungen ist zu berechnen.

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

Die Kurzzeitdrift des Signals bei der Prüfgaskonzentration ist wie folgt zu berechnen:

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