

DIN EN 12341

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

ICS 13.040.20

Ersatz für

DIN EN 12341:2014-08

**Außenluft –
Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der
PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes;
Deutsche Fassung EN 12341:2023**

Ambient air –

Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM₁₀ or PM_{2,5} mass concentration of suspended particulate matter;

German version EN 12341:2023

Air ambiant –

Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique MP₁₀ ou MP_{2,5} de matière particulaire en suspension;

Version allemande EN 12341:2023

Gesamtumfang 68 Seiten

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) - Normenausschuss

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12341:2023) wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe WG 15 „Außenluft – PM₁₀/PM_{2,5}“ (Sekretariat: DIN, Deutschland; Obmannschaft: BSI, Vereinigtes Königreich) des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter Mitwirkung deutscher Experten, die von der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss – benannt worden sind, erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 134-04-02-09 UA „Messen von Partikeln in der Außenluft“ der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 2768-1:1989 siehe DIN ISO 2768-1:1991-06

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12341:2014-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 5: Es wurde die Typprüfung ergänzt und in 5.1 wurden ein neues Verfahren zur Speicherung von Metadaten durch das Probenahmegerät sowie neue Verfahren zur Bewertung der Dichtheit des Probenahmesystems hinzugefügt;
- b) Abschnitt 7: Tabelle 5 „Erforderliche Häufigkeit der Kalibrierungen, Prüfungen und Wartungsarbeiten“ wurde aktualisiert;
- c) Abschnitt 9: Tabelle 6 „Einzelne Unsicherheitsquellen“ wurde aktualisiert;
- d) Anhang A: Die Messanforderungen für die Ausführungen der Einlässe wurden konkretisiert;
- e) Der frühere Anhang B „Weitere Probenahmeeinrichtungen“ wurde entfernt;
- f) Anhang F: Bild F.2 zum Impaktorwirkungsgrad des PM_{2,5}-Probenahmekopfs wurde aktualisiert;
- g) Anhang H: Ein Beispiel für das Unsicherheitsbudget wurde hinzugefügt;
- h) Literaturhinweise wurden aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12341: 1999-03, 2014-08
DIN EN 14907: 2005-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 2768-1:1991-06, *Allgemeintoleranzen; Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung; Identisch mit ISO 2768-1:1989*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Außenluft —

Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung
der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des
Schwebstaubes

Ambient air —

Standard gravimetric measurement method for the
determination of the PM₁₀ or PM_{2,5} mass concentration of
suspended particulate matter

Air ambient —

Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour
la détermination de la concentration massique MP₁₀ ou
MP_{2,5} de matière particulaire en suspension

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. April 2023 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Abkürzungen	11
4 Kurzbeschreibung	13
4.1 Beschreibung des Prinzips des Standardmessverfahrens	13
4.2 Erste Anwendung und Verfahren für eine laufende QS/QK	13
4.3 Beurteilung der Messunsicherheit	14
5 Geräte, Ausstattung und Prüfung	14
5.1 Komponenten der Probenahmeeinrichtung und Programm zur Typprüfung	14
5.1.1 Allgemeines	14
5.1.2 Bauweise des Probenahmegeräts	17
5.1.3 Bauweise des Standard-Probeneinlasses	18
5.1.4 Verbindungsleitungen	18
5.1.5 Filterhalter und Filter	19
5.1.6 Durchflussregler	20
5.1.7 Temperatursensoren	22
5.1.8 Umgebungsdrucksensor	22
5.1.9 Probenahmedauer	22
5.1.10 Dichtheit des Probenahmesystems	22
5.1.11 Lagerung der Filter	24
5.1.12 Aufzeichnung von Betriebsparametern	24
5.1.13 Auswirkung eines Ausfalls der Stromversorgung	25
5.1.14 Auswirkung einer vorzeitigen Beendigung der Probenahme aufgrund einer Filterverstopfung	25
5.1.15 Firmware, Software und Versionen der Benutzerhandbücher	26
5.2 Komponenten der Probenahmeeinrichtung und Programme zur Typprüfung	26
5.3 Feldtests für die Typprüfung	27
5.3.1 Allgemeines	27
5.3.2 Leistungsprüfungen	28
5.4 Typprüfungsbericht	29
6 Verfahren zur Filterkonditionierung, Probenahme, Wägeeinrichtungen und Wägung	29
6.1 Allgemeines	29
6.2 Einrichtungen zur Wägung	30
6.2.1 Wägeraum	30
6.2.2 Waage	30
6.3 Konditionierung und Wägung der Filter vor der Probenahme	30
6.4 Probenahmeverfahren	31
6.4.1 Beschriften der Filterkassette	31
6.4.2 Filterprobenahme	32
6.4.3 Verfahren für Lagerung und Transport von Proben	32
6.5 Konditionierung und Wägung der Filter nach der Probenahme	32
6.6 Vorgehensweise im Wägeraum	33
6.7 Blindwertfilter für die laufende Qualitätskontrolle	33
6.7.1 Allgemeines	33

6.7.2	Wägeraum-Blindwertfilter	33
6.7.3	Feld-Blindwertfilter	34
7	Laufende Qualitätskontrolle	34
7.1	Allgemeines	34
7.2	Häufigkeit der Kalibrierungen, Prüfungen und Wartungsarbeiten	34
7.3	Aufzeichnung von Betriebsparametern	35
7.4	Wartung des Probenahmesystems	36
7.5	Prüfungen von Sensoren des Probenahmegerätes	36
7.6	Kalibrierung von Sensoren des Probenahmegerätes	37
7.7	Prüfung des Volumenstroms des Probenahmegerätes	37
7.8	Kalibrierung des Volumenstroms des Probenahmegerätes	37
7.9	Prüfung des Probenahmesystems auf Dichtheit	37
7.10	Prüfung der Sensoren der Wägeeinrichtungen	38
7.11	Kalibrierung der Sensoren der Wägeeinrichtung	38
7.12	Waage	38
7.13	Prüfung der Genauigkeit der Uhr des Probenahmegeräts	38
8	Auswertung	38
9	Leistungskenngrößen des Verfahrens	39
9.1	Allgemeines	39
9.2	GUM-Konzept	39
9.3	Einzelne Unsicherheitsquellen	40
9.3.1	Allgemeines	40
9.3.2	Gesammelte Partikelmasse	40
9.3.3	Zeit (t)	44
9.3.4	Unsicherheitsbudget	44
9.4	Erweiterte Unsicherheit im Vergleich zu den EU-Datenqualitätszielen	46
Anhang A (normativ) Konstruktionszeichnung eines Standard-Probeneinlasses für PM ₁₀ und PM _{2,5}		47
Anhang B (informativ) Schema einer PM-Standardprobenahmeeinrichtung		48
Anhang C (informativ) Eignungsprüfungen für Filter		49
C.1	Prüfung zum Abscheidegrad	49
C.2	Prüfung des Filtermaterials auf Unversehrtheit	49
C.3	Prüfung zur Reproduzierbarkeit der Ausgangsmasse	49
C.4	Prüfung zur elektrostatischen Aufladung	49
C.5	Prüfung zur Wasseraufnahme	50
Anhang D (normativ) Erste Eignungsprüfung von Wägeeinrichtungen		51
D.1	Genauigkeit und Stabilität von Temperatur und relativer Luftfeuchte	51
D.2	Genauigkeit und Stabilität der Waage	51
D.3	Genauigkeit und Präzision des Wägeverfahrens	51
Anhang E (informativ) Ergebnisse der experimentellen Arbeiten		52
Anhang F (informativ) Impaktorwirkungsgrad		54
Anhang G (normativ) Elemente des Typprüfungsberichts		56
Anhang H (informativ) Beispiel für die Berechnung einer Unsicherheitsbilanz		58
H.1	Allgemeines	58
H.2	Berechnung unter Verwendung von Daten aus der geforderten Typprüfung	58
H.3	Messunsicherheit aus der laufenden Qualitätskontrolle bei Feldprüfungen	59
Anhang I (informativ) Technische Änderungen in EN 12341 gegenüber der Ausgabe 2014 [21]		62
Literaturhinweise		63

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 12341:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2024 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 12341:2014.

Technische Änderungen, die im Vergleich zur Vorgängerausgabe vorgenommen wurden, sind in Anhang I zusammengefasst.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben. Es unterstützt grundlegende Anforderungen aus EU-Richtlinie(n).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) siehe die Einleitung.

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

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

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

Einleitung

Zur Beurteilung der Luftqualität auf einer einheitlichen Basis innerhalb der Europäischen Union müssen die Mitgliedstaaten standardisierte Messtechniken und -verfahren anwenden. Ziel dieses Dokuments ist die harmonisierte Methodenbeschreibung für die Überwachung der Massenkonzentrationen von Schwebstaub (PM_{10} bzw. $PM_{2,5}$) in der Außenluft entsprechend der Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa [1], welche die spezifischen Parameter zur Beurteilung der Konzentrationswerte von Partikeln in der Luft festlegt.

ANMERKUNG Grundsätzlich ist die in dem vorliegenden Dokument beschriebene Methodik auch zur Messung von Massenkonzentrationen anderer Staubfraktionen, wie z. B. PM_1 , anwendbar. Sie beschreibt jedoch keine genormten Probeneinlässe für derartige Fraktionen.

Das in dem vorliegenden Dokument beschriebene europäische Standardmessverfahren befasst sich primär mit der Harmonisierung und Verbesserung der Datenqualität der in den Messnetzen eingesetzten Messverfahren bei Vermeidung unnötiger Inkonsistenzen zu historischen Daten. Es handelt sich um ein praxistaugliches Verfahren für die Routineüberwachung, jedoch nicht zwangsläufig um das Verfahren mit der höchsten metrologischen Qualität.

Derzeit gibt es keine Referenzmaterialien, die die Rückverfolgbarkeit der PM_{10} - oder $PM_{2,5}$ -Messungen in der Außenluft ermöglichen. Daher definiert das standardisierte Verfahren die Messgröße durch Konvention, insbesondere durch die Bauweise des Probeneinlasses und die zugehörigen Betriebsparameter, die den gesamten Messprozess umfassen. Dieses Dokument umfasst:

- eine Beschreibung eines manuellen gravimetrischen Standardmessverfahrens für PM_{10} bzw. $PM_{2,5}$ unter Anwendung von automatischen Filterwechslern oder Einzelfiltergeräten;
- eine Zusammenfassung der Leistungsanforderungen des Verfahrens sowie die damit verbundenen Anforderungen an die Typprüfung des Probenahmegeräts;
- Anforderungen an die Eignungsprüfung von Einrichtungen und Geräten bei der ersten Anwendung des Verfahrens;
- Anforderungen an die laufende Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle bei der Anwendung des Verfahrens im Feld;
- die Beurteilung der Messunsicherheit der Ergebnisse dieses europäischen Standardmessverfahrens;
- Kriterien und Prüfverfahren zur Bewertung der Eignung von Filtern für den Einsatz im Rahmen dieses Verfahrens.

Die in diesem Dokument beschriebenen Leistungskenngrößen und Anforderungen wurden zum Teil in verschiedenen Vergleichs- und Validierungsmessungen bestimmt. Diese wurden von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelsassoziation gefördert.

Die Anforderungen des vorliegenden Dokuments sind in erster Linie darauf ausgerichtet, optimale Ergebnisse bei der Erfassung der Massenkonzentrationen von PM_{10} bzw. $PM_{2,5}$ zu erhalten.

Die zum Zweck der Bestimmung der Massenkonzentrationen von PM_{10} oder $PM_{2,5}$ erfassten Filter können zudem auch für weiterführende Spezifizierungen / Untersuchungen verwendet werden, z. B. für die Bestimmung der Konzentrationen von:

- Schwermetallen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (siehe EN 14902 [6], EN 15549 [7] und CEN/TS 16645 [20]) in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2004/107/EG [8], geändert durch die Richtlinie 2015/1480/EG [26].
- Bestandteilen von $PM_{2,5}$ (siehe EN 16909 [9] und EN 16913 [10]) zur Verwendung für die nach der Richtlinie 2008/50/EG geforderte Quellenzuordnung.

Möglicherweise sind für diese Zwecke zusätzliche Anforderungen zu berücksichtigen (z. B. Blindwerte von chemischen Bestandteilen).

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Standardverfahren zur Bestimmung der PM_{10} - oder $PM_{2,5}$ -Massenkonzentration von Schwebstaub in der Außenluft durch Probenahme der Partikel auf Filtern und deren Wägung mittels einer Waage fest.

Die Messungen werden mit Probenahmegeräten durchgeführt, bei denen die Probeneinlässe entsprechend den Festlegungen in Anhang A ausgeführt sind und die mit einem Nennvolumenstrom von $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$ über eine Nennprobenahmedauer von 24 h betrieben werden. Das Verfahren umfasst die Konzentrationsbestimmung spezifischer Partikelfractionen in der Außenluft in Bereichen, die als ländliche Gebiete, städtischer Hintergrund, verkehrsbezogene Orte und durch industrielle Quellen beeinflusste Orte klassifiziert sind. Die Messergebnisse werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben, wobei das Luftvolumen das Volumen bei Umgebungsbedingungen in der Nähe des Probeneinlasses während der Probenahme darstellt.

Der Anwendungsbereich dieses Dokuments für 24-h-Messungen reicht von etwa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (d.h. der Nachweisgrenze des Standardmessverfahrens, ausgedrückt als dessen Unsicherheit) bis zu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei PM_{10} und $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei $PM_{2,5}$.

ANMERKUNG 1 Obwohl dieses Dokument nicht für höhere Konzentrationen validiert ist, kann der Anwendungsbereich bei Verwendung von geeigneten Filtermaterialien durchaus auf Konzentrationen in der Luft von bis zu etwa $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erweitert werden (siehe 5.1.5.2).

Dieses Dokument legt Verfahren für und Anforderungen an die Prüfung und Anwendung sogenannter sequentieller Probenahmeeinrichtungen fest, die mit einem Filterwechsler ausgestattet und für einen längeren autonomen Betrieb geeignet sind. Sequentielle Probenahmeeinrichtungen werden üblicherweise in der gesamten Europäischen Union zur Messung von Konzentrationen von PM_{10} oder $PM_{2,5}$ in Luft eingesetzt. Dieses Dokument schließt den Einsatz von Einzelfiltergeräten jedoch nicht aus.

ANMERKUNG 2 Ältere Versionen von Probenahmegeräten, die früheren Versionen von EN 12341 [2], [21] entsprechen, können weiterhin zur Bewertung der Gleichwertigkeit von Kandidatmethoden verwendet werden, wobei die in EN 16450 [5] und in [11] beschriebenen Verfahren anzuwenden sind. Sobald neuere Versionen der nach diesem Dokument geprüften Probenahmegeräte zur Verfügung stehen, sollten die älteren Referenzprobenahmegeräte für Gleichwertigkeitsnachweise nach EN 16450 und nach [11] nicht mehr verwendet werden. Typprüfungsberichte über gleichwertige Verfahren sind weiterhin gültig, wenn sie in Auftrag gegeben wurden, bevor die nach diesem Dokument getesteten eignungsgeprüften Referenzsammlern verfügbar waren.

Dieses Dokument gibt auch Hilfestellung für die Auswahl und Prüfung von Filtern mit dem Ziel der Verringerung der Messunsicherheit der Ergebnisse aus diesem Verfahren.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

JCGM 100, *Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement*

EN 15267-1:2009, *Luftbeschaffenheit — Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen — Teil 1: Grundlagen*

EN 15267-2:2009, *Luftbeschaffenheit — Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen — Teil 2: Erstmalige Beurteilung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers und Überwachung des Herstellungsprozesses nach der Zertifizierung*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1.1

Messgenauigkeit

Grad der Übereinstimmung zwischen dem Ergebnis einer Messung und dem wahren Wert der Messgröße

Anmerkung 1 zum Begriff: „Genauigkeit“ ist ein Qualitätskonzept.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Benennung Präzision sollte nicht für „Genauigkeit“ verwendet werden.

[QUELLE: JCGM 100]

3.1.2

Außenluft

Luft in der Troposphäre mit Ausnahme von Arbeitsstätten, an denen Bestimmungen für Gesundheitsschutz und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten und zu denen die Öffentlichkeit normalerweise keinen Zugang hat

[QUELLE: Richtlinie 2008/50/EG; Richtlinie 89/654/EEC [12]]

3.1.3

Kalibrierung

Tätigkeit, die unter festgelegten Bedingungen in einem ersten Schritt eine Beziehung zwischen den durch Messstandards mit ihren Messunsicherheiten ermittelten Werten und den entsprechenden Anzeigewerten mit den diesen 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

[QUELLE: JCGM 200 [13]]

3.1.4

kombinierte Standardunsicherheit

Standardunsicherheit eines Messergebnisses, wenn dieses Ergebnis aus den Werten mehrerer anderer Unsicherheitsbeiträge 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: JCGM 100]

3.1.5

zuständige Behörde

Organisation, die die Anforderungen von EU-Richtlinien umsetzt und Einrichtungen beaufsichtigt, die den Anforderungen der anzuwendenden Europäischen Normen entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Überwachung der Außenluft handelt es sich um eine Behörde, die eine oder mehrere der in Artikel 3 der Richtlinie 2008/50/EG aufgeführten Aufgaben wahrnimmt.

3.1.6

zuständige Stelle

Organisation, die ihre Kompetenz für eine bestimmte Aufgabe gegenüber der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates nachweisen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird empfohlen, dass die zuständige Stelle, die die erforderlichen Prüfungen durchführt, in der Lage ist, nachzuweisen, dass sie in Übereinstimmung mit den Anforderungen von international anerkannten Normen für Prüflaboratorien arbeitet.

Anmerkung 2 zum Begriff: EN ISO/IEC 17025 ist die anwendbare harmonisierte international anerkannte Norm.

Anmerkung 3 zum Begriff: Eine formale Akkreditierung durch ein Mitglied der europäischen Akkreditierungsorganisation nach EN ISO/IEC 17025 gilt als Nachweis der Konformität.

3.1.7

Erweiterungsfaktor

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

[QUELLE: JCGM 100]

3.1.8

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 die kombinierte Standardunsicherheit charakterisiert werden. Das Vertrauensniveau, das diesem Bereich zugeordnet werden kann, kann nur in dem Maße bekannt sein, wie solche Annahmen gerechtfertigt sind.

[QUELLE: JCGM 100]

3.1.9

Feld-Blindwertfilter

Filter, das denselben Verfahren der Konditionierung und Wägun g unterzogen wird wie das Probenahmefilter, einschließlich Hin- und Rücktransport sowie Lagerung im Feld, das jedoch nicht zur Probenahme von Luft verwendet wird

3.1.10

Grenzwert

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

[QUELLE: Richtlinie 2008/50/EG]

3.1.11

Messstation

Einrichtung im Feld, an der ein Probenahmegerät zur Messung der Partikelbelastung so installiert ist, dass sein Leistungsvermögen und seine Betriebsweise den vorgegebenen Anforderungen entsprechen

3.1.12

Parallelmessung

Messungen mit Messsystemen, die zeitgleich Proben aus derselben Luft entnehmen

3.1.13

Leistungskenngröße

für ein Probenahmegerät vorgegebener Parameter zur Festlegung seines Leistungsvermögens

3.1.14

Leistungskriterium

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

3.1.15

Kontrollintervall

Zeitraum, über den das Probenahmegerät betrieben werden kann, ohne dass ein Eingreifen des Betreibers erforderlich ist

3.1.16

PM_x

Schwebstaubpartikel in der Luft, die ausreichend klein sind, um einen größenselektiven Probeneinlass zu passieren, der bei einem aerodynamischen Durchmesser von $x \mu\text{m}$ eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Per Konvention bieten die in diesem Dokument geforderten Ausführungen des größenselektiven Standard-Probeneinlasses — angewendet mit den geforderten Volumenströmen — die geforderten Kenngrößen, um die betreffende Schwebstaubfraktion in der Umgebungsluft zu sammeln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Wirksamkeit der Größenselektivität beim Einsatz alternativer Probeneinlässe kann eine signifikante Auswirkung auf die tatsächlich erfassten Partikelgrößen im Bereich des Trenndurchmessers und folglich auf die ermittelte Massenkonzentration von PM_x haben.

3.1.17

Referenzverfahren

RM

Messmethode (-methodik), die per Konvention den anerkannten Referenzwert der Messgröße liefert

3.1.18

Referenzprobenahmegerät

Probenahmesystem, das nachweislich den Anforderungen dieses Dokuments hinsichtlich Konstruktion und Leistungskenngrößen entspricht

3.1.19

Probenluft

Luft, die durch den Probeneinlass und das Probenahmesystem als Probe gesammelt wurde

3.1.20

Probeneinlass

Eingang zum Probenahmesystem, wo Außenluft aus der Atmosphäre entnommen wird

3.1.21

Standardunsicherheit

als Standardabweichung ausgedrückte Unsicherheit des Ergebnisses einer Messung

[QUELLE: JCGM 100]

3.1.22

Schwebstaub

SPM, en: suspended particulate matter

Bezeichnung für die Gesamtheit der von Luft umgebenen Partikel in einem betrachteten ungestörten Luftvolumen

3.1.23

Typprüfung

Prüfung von zwei oder mehr Probenahmegeräten desselben Modells (mit identischer Hardware und Firmware), die von einem Hersteller einer zuständigen Stelle zur Prüfung der Leistungsanforderungen vorgelegt werden

3.1.24

Messunsicherheit

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

[QUELLE: JCGM 100]

3.1.25

Wägeraum-Blindwertfilter

Filter, das denselben Verfahren der Konditionierung und Wägung unterzogen wird wie ein für die Probenahme verwendeter Filter, jedoch im Wägeraum gelagert wird

3.2 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

— φ	auf Normbedingungen bezogener Volumenstrom
— φ_a	auf Umgebungsbedingungen bezogener Volumenstrom (T_a, P_a)
— ΔP	im Zeitintervall Δt bestimmte Druckdifferenz (Dichtheitsprüfung)
— Δt	für den Druckanstieg benötigtes Zeitintervall (Dichtheitsprüfung)
— C	Konzentration von PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) bei Umgebungsbedingungen
— k	Erweiterungsfaktor
— m	Masse des Filters
— m_c	Masse des konditionierten Leerfilters
— m_l	Masse des beaufschlagten Filters
— m_s	Masse des beaufschlagten und konditionierten Filters
— m_u	Masse des nicht beaufschlagten Filters
— P_0	Druck bei $t = 0$ (Dichtheitsprüfung)
— P_a	Umgebungsdruck
— Q_l	Prozentuale Leckrate
— t	Probenahmedauer
— T_a	Umgebungstemperatur
— u	Standardunsicherheit

—	u_{bs}	Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten
—	u_f	Unsicherheit des Volumenstroms
—	u_{mfb}	Unsicherheit aufgrund der Wirkung der Luftfeuchte auf einen Leerfilter
—	u_{mh}	Unsicherheit aufgrund von Hystereseeffekten auf die Partikelmasse
—	u_m	Unsicherheit der PM-Masse ($m_l - m_u$)
—	u_{mb}	Unsicherheit aufgrund des Auftriebs
—	u_{mba}	Unsicherheit aufgrund der Kalibrierung der Waage
—	u_{mc}	Unsicherheit aufgrund von Kontamination
—	u_{mfe}	Unsicherheit aufgrund eines unzureichenden Abscheidegrades des Filters
—	u_{mg}	Unsicherheit aufgrund der Wechselwirkung mit Gasen
—	u_{mhp}	Unsicherheit aufgrund der Wirkung von Luftfeuchte auf Partikel
—	u_{mip}	Unsicherheit aufgrund der Leistungsfähigkeit des Probeneinlasses
—	u_{ml}	Unsicherheit der Masse eines beaufschlagten Filters
—	u_{ms}	Unsicherheit aufgrund elektrostatischer Aufladung des Filters
—	u_{mtl}	Unsicherheit aufgrund von Partikelverlusten bei Transport und Lagerung
—	u_{mu}	Unsicherheit der Masse eines nicht beaufschlagten Filters
—	u_{mzd}	Unsicherheit aufgrund der Nullpunktdrift der Waage
—	$u_{v,rel}$	Unsicherheit des Volumenstroms unter Verwendung der Ergebnisse der Volumenstromkontrollen aus der Kontrollkarte
—	$u_{v,ref}$	Unsicherheit des Durchflussmessgerätes (Oriflow Messgerät)
—	φ_L	Leckrate (Leckvolumenstrom) (Dichtheitsprüfung)
—	V_o	der nach dem Filtergeheuse gemessene Volumenstrom
—	V_i	der am Probeneinlass gemessene Volumenstrom
—	V_{sys}	geschätztes Gesamtvolumen des Systems (Totvolumen)
—	w	relative Unsicherheit
—	W	relative erweiterte Unsicherheit
—	x_i	einzelnes Messergebnis eines Probenahmegerätes
—	u_{fc}	Unsicherheit aufgrund der Kalibrierung des Volumenstroms
—	u_{fd}	Unsicherheit aufgrund der Drift des Volumenstroms
—	u_t	Unsicherheit der Probenahmedauer
—	EU	Europäische Union
—	GDE	Guide to the Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods (Leitfaden zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Immissionsmessverfahren)

- GUM Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen)
- JCGM Joint Committee for Guides in Metrology (Gemeinsamer Ausschuss für Leitfäden in der Metrologie)
- PM Partikel (en: particulate matter)
- POM Polyoxymethylen
- PTFE Polytetrafluorethylen
- QS/QK Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle
- RH relative Luftfeuchte (en: relative humidity)
- RM Referenzmethode (-methodik)
- SPM Schwebstaub (en: suspended particulate matter)

4 Kurzbeschreibung

4.1 Beschreibung des Prinzips des Standardmessverfahrens

Die Außenluft wird mit einem bekannten, konstanten Volumenstrom durch einen größenselektiven Probeneinlass geführt. Die betreffende PM-Fraktion wird für nominell 24 h auf einem Filter gesammelt. Die Masse des PM-Materials wird durch Wägung des Filters vor und nach Probenahme unter vordefinierten konstanten Bedingungen bestimmt.

Entscheidende Faktoren, die das Messergebnis beeinflussen können und die in den in diesem Dokument geforderten Verfahren behandelt werden, sind:

- (Unterschiede in) Konstruktion und Ausführung des größenselektiven Probeneinlasses;
- der Probenvolumenstrom;
- Depositionsverluste von Partikeln innerhalb der Rohrleitung zwischen Probeneinlass und Filter;
- unkontrollierte Verluste innerhalb der Rohrleitung zwischen dem Probeneinlass und dem Filter sowie auf dem Filter durch das Verdampfen von Wasser und mittelfeuchten PM zu einem beliebigen Zeitpunkt zwischen Probenahme und Wägung;
- Änderung der Masse des Filters oder PM z. B. durch Wechselwirkung von Wasser und mittelfeuchten Verbindungen mit dem Filter oder PM, unerwünschte Anlagerungen oder Materialverlust, Auftrieb oder elektrostatische Aufladung.

Um Auswirkungen dieser Faktoren auf ein Mindestmaß zu verringern, werden in dem vorliegenden Dokument Anforderungen an eine Reihe von Parametern aufgeführt, die die Größenordnungen dieser Auswirkungen bestimmen.

4.2 Erste Anwendung und Verfahren für eine laufende QS/QK

QS/QK-Verfahren sind für die Probenahme sowie für den Transport, die Handhabung und das Wägen von Filtern beschrieben.

Die QS/QK in diesem Dokument werden in Maßnahmen eingeteilt, die üblicherweise bei jeder Messung anfallen, und solche, die weniger häufig durchgeführt werden.

Die Verfahren zur QS/QK, die bei jeder Messung angewendet werden, einschließlich der Filterhandhabung und -konditionierung, der Wägebungsbedingungen, der ordnungsgemäßen Arbeitsweise der Waage und der Verwendung von Blindwertfiltern, werden im Abschnitt 6 beschrieben.

Es ist von besonderer Bedeutung, dass die zum Wägen der Filter vor und nach der Probenahme verwendeten Einrichtungen die Anforderungen des vorliegenden Dokuments erfüllen. Deshalb wird eine Reihe von Prüfungen beschrieben, mit denen der Anwender den ordnungsgemäßen Betrieb der Einrichtungen sicherstellen kann.

Zusätzliche QS/QK-Verfahren, die weniger häufig angewendet werden, einschließlich Kalibrierung des Volumenstroms, Kalibrierung der Waage, Wartung (Reinigung des Probeneinlasses) und Dichtheitsprüfung des Probenahmesystems, werden in Abschnitt 7 beschrieben.

4.3 Beurteilung der Messunsicherheit

Die Verfahren für den Anwender zur Bewertung der Beiträge zur Messunsicherheit sind in Abschnitt 9 beschrieben.

5 Geräte, Ausstattung und Prüfung

5.1 Komponenten der Probenahmeeinrichtung und Programm zur Typprüfung

5.1.1 Allgemeines

In diesem Dokument wird die Bauweise von Probenahmeeinrichtungen festgelegt, die beim Standardmessverfahren zu verwenden sind.

Dieses Dokument stellt eine Weiterentwicklung früherer Europäischer Normen (EN 12341 [2] und [21], EN 14907 [3]) dar. Neue Referenzprobenahmegeräte müssen dieser Norm uneingeschränkt entsprechen. Ältere Versionen dieser Probenahmegeräte, einschließlich der in EN 12341:2014 Anhang B [21] beschriebenen, haben einen besonderen Status hinsichtlich ihrer Anwendung. Diese Probenahmegeräte können nach wie vor für Überwachungszwecke und zur laufenden Qualitätskontrolle eingesetzt werden, sofern ihre Unsicherheiten durch eine gut begründete zusätzliche Toleranz ergänzt werden. Ein geeignetes Verfahren zur Berechnung des zusätzlichen Unsicherheitsbudgets ist in EN 12341:2014 Annex B [21] gegeben.

Die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Konzentration in der Außenluft muss die, in der Richtlinie 2008/50/EG vorgeschriebenen Kriterien innerhalb der maximalen Unsicherheit der gemessenen Werte erfüllen. Um eine Unsicherheit zu erreichen, die kleiner (oder gleich) dieser erforderlichen Unsicherheit ist, muss das Probenahmegerät alle Kriterien für eine Reihe von Leistungskenngrößen erfüllen, die in dieser Norm aufgeführt sind. Die Werte der ausgewählten Leistungskenngrößen müssen anhand einer Labor- und Feldprüfung ermittelt werden. Durch die Kombination von Unsicherheiten, die aus den Werten der ausgewählten Leistungskenngrößen in der Berechnung der erweiterten Unsicherheit abgeleitet werden, ist zu beurteilen, ob das Probenahmegerät das Kriterium der maximalen Unsicherheit erfüllt, das in der Richtlinie 2008/50/EG vorgeschrieben ist.

Dieses Beurteilungsverfahren für die Werte der Leistungskenngröße umfasst Labor- und Feldprüfungen sowie die Berechnung der erweiterten Unsicherheit. Zwei Probenahmegeräte desselben Modells müssen durch Labor- und Feldprüfungen geprüft werden. Alle geprüften Probenahmegeräte müssen ihre jeweiligen Prüfungen erfolgreich bestehen.

Es ist gestattet, bei den Prüfungen im Labor und im Feld zwei Probenahmegeräte desselben Modells nacheinander oder getrennt mit vier Probenahmegeräten desselben Modells zu verwenden.

Die Typprüfung nach Abschnitt 7 und die anschließenden QS/QK- und Verifizierungsverfahren nach Abschnitt 9 erbringen den Nachweis, dass die in den entsprechenden EU-Richtlinien festgelegten Anforderungen an die Datenqualitätsziele erfüllt werden können. Die Typprüfungen müssen von einer zuständigen Stelle durchgeführt werden. Die Eignungsprüfung muss von oder im Auftrag der zuständigen Behörde eines Mitgliedstaates erteilt werden. Der Bericht zur Typprüfung muss öffentlich verfügbar sein.

Die Typprüfung beruht auf der Beurteilung von Leistungskenngrößen, die im Rahmen einer vorgeschriebenen Prüfreihe ermittelt werden. In diesem Dokument werden Prüfverfahren für die Bestimmung der tatsächlichen Werte der Leistungskenngrößen für zwei Probenahmegeräte desselben Modells in einem Labor und im Feld beschrieben. Die Beurteilung für die Typprüfung des Probenahmegeräts umfasst die Berechnung der erweiterten Unsicherheit des Messergebnisses auf der Grundlage der numerischen Werte der geprüften Leistungskenngrößen und den anschließenden Vergleich dieses Ergebnisses mit einer vorgegebenen maximalen Unsicherheit.

Geeignete experimentelle Nachweise sind zu erbringen durch:

- a) Typprüfung, die unter den Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung des festgelegten Messverfahrens durchgeführt wird,

und

- b) Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Messergebnisse.

Um die Leistung der Einzelfiltergeräte oder automatischen Filterwechsler zu beurteilen, ist es erforderlich, eine Reihe von Labor- und Feldprüfungen durchzuführen. Die Anforderungen an diese Prüfungen sind in Tabelle 1 aufgeführt und werden in den zugehörigen Abschnitten näher beschrieben. Die Anforderungen sind durch eine Kombination von Labor- und Feldprüfungen, wie in Tabelle 1 beschrieben, zu beurteilen.

Tabelle 1 — Anforderungen an die Probenahmeeinrichtung

	Bauweise/ Leistungskenngröße	Anforderung	Typprüfung (Labor(L)/ Feld(F))	Abschnitt
1	Bauweise des Probenahmegeräts	Das Probenahmegerät muss wie gefordert konstruiert sein.	L	5.1.2, 5.1.4, 5.1.5
2	Bauweise des Einlasses	Die Konstruktion des Einlasses muss den Anforderungen entsprechen.	L	5.1.3, normativer Anhang A
3	Temperatur der Luft, die während der Probenahme durch den Probenfilter strömt	Innerhalb von ± 5 °K der Temperatur der Klimakammer bei 20 °C.	L	5.1.5
4	Nennvolumenstrom	2,3 m ³ /h bei Umgebungsbedingungen. $\leq 2,0$ % des Nennvolumenstroms bei -20 °C, 20 °C und 50 °C standardmäßig für Außenbereiche bei Labortests. Umgebungsbedingungen bei Feldtests	L/F	5.1.6

	Bauweise/ Leistungskenngröße	Anforderung	Typprüfung (Labor(L)/ Feld(F))	Abschnitt
5	Konstanz des Proben- volumenstroms	2,3 m ³ /h bei Umgebungsbedingungen. ≤ 2,0 % des Nennvolumenstroms während der Probenahmedauer (gemittelt) ≤ 5,0 % des Sollwertes des Volumenstroms (Momentanwert des Volumenstroms) bei –20 °C, 20 °C und 50 °C standardmäßig für Außenbereiche.	L	5.1.6
6	Dichtheit des Probenahmesystems	$\varphi_L \leq 1,0 \%$ des Probenvolumenstroms	L/F	5.1.10
7	Zykluszeit des Einzelfilters	24 h	L	5.1.9
8	Genauigkeit der Uhr des Probenahmegeräts	±5 min (in 30 d)	F	5.1.9
9	Maximaler Bias des Sensors zur Messung der Außenluft- temperatur oder, falls anwendbar, des Sensors zur Messung der Temperatur im Durchflussmessgerät	≤ 2 K bei –20 °C, 20 °C und 50 °C standardmäßig für Außenbereiche.	L	5.1.7
10	Maximaler Bias des Sensors zur Messung des Umgebungsdrucks oder, falls zutreffend, des Sensors zur Messung des Drucks im Durchflussmessgerät	≤ 1 kPa	L	5.1.8
11	Maximaler Bias des geräte- interne Temperatursensoren (Filter während der Probenahme; Filter während der Lagerung)	≤ 2 K	L	5.1.7

	Bauweise/ Leistungskenngröße	Anforderung	Typprüfung (Labor(L)/ Feld(F))	Abschnitt
12	Mindestens stündliche Aufzeichnung und Übertragung von Betriebsparametern	Das Probenahmegerät muss in der Lage sein, mindestens stündlich – mindestens – die folgenden Parameter aufzuzeichnen und zu übertragen: — Mittlerer Volumenstrom — Probenahmedauer und Probenvolumen — Mittlere Lufttemperatur in der Filtereinheit — Mittlere Umgebungstemperatur — Mittlere Lagerungstemperatur des Filters — Mittlerer Umgebungsdruck Das Probenahmegerät muss diese Betriebsparameter auch im Standby-Modus aufzeichnen, d. h. wenn das Probenahmegerät keine aktive Probenahme durchführt, aber beaufschlagte Probenahmefilter im Lager verbleiben.	L/F	5.1.12
13	Auswirkung von Stromausfall	Die Geräteparameter sind gegen Verlust zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch den Betrieb wieder aufnehmen.	L	5.1.13
14	Beendigung der Probenahme aufgrund von Filterbelastung	Geräte mit Filterwechslern müssen in der Lage sein, automatisch mit einem neuen Filter neu zu starten, wenn die vorhergehende Filterprobenahme aufgrund eines zu hohen Druckabfalls beendet wurde.	L	5.1.14
15	Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten	$\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	F	5.3.2
16	Verfügbarkeit	Mindestens 95 %	F	5.3.2
17	Firmware/Software/Versionen der Benutzerhandbücher	Muss im Bericht dokumentiert werden. Firmware- und Softwareversionen müssen vom Gerät aufgezeichnet werden.	L/F	5.1.15

Wenn der Hersteller Konstruktionsänderungen (Software und/oder Hardware) an einem typgeprüften Probenahmegerät vornimmt, muss er die Anforderungen aus [EN 15267-1 und EN 15267-2] erfüllen.

5.1.2 Bauweise des Probenahmegeräts

Probenahmeeinrichtungen (Filterwechsler) für die Standardmessverfahren für PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ bestehen üblicherweise aus den folgenden Elementen, von denen ein Beispiel schematisch in Anhang B dargestellt ist:

- größenselektive Probeneinlässe, deren Bauweisen nach 5.1.3 erforderlich sind;