

DIN EN 12341

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

ICS 13.040.20

Ersatz für
DIN EN 12341:1999-03 und
DIN EN 14907:2005-11

**Außenluft –
Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀-
oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes;
Deutsche Fassung EN 12341:2014**

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 12341:2014

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 12341:2014

Gesamtumfang 62 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Nationales Vorwort

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

Die nationale Arbeitsgruppe „Messen von Partikeln in der Außenluft“ des Fachbereiches IV „Umweltmesstechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL fungiert als Spiegelgremium für die CEN-Arbeitsgruppen CEN/TC 264/WG 15 und WG 35. Die nationale Arbeitsgruppe erarbeitete bisher 11 Blätter der VDI-Richtlinienreihe 2463, die unterschiedliche Messverfahren zur gravimetrischen Bestimmung der Massenkonzentration von Partikeln in der Außenluft beschreibt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12341:1999-03 und DIN EN 14907:2005-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) dieses Dokument basiert aufgrund der Beschreibung des Stands der Technik auf DIN EN 14907:2005-11;
- b) die drei unterschiedlichen PM₁₀-Standardreferenzverfahren nach DIN EN 12341:1999-03 und die zwei unterschiedlichen PM_{2,5}-Standardreferenzverfahren nach DIN EN 14907:2005-11 werden in diesem Dokument durch nur ein mögliches Standardreferenzverfahren für PM₁₀ und PM_{2,5} ersetzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12341: 1999-03
DIN EN 14907: 2005-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 14902, *Außenluftbeschaffenheit — Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM₁₀-Fraktion des Schwebstaubes*

DIN EN 15549, *Luftbeschaffenheit — Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo[a]pyren in Luft*

DIN EN 15841, *Luftbeschaffenheit — Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei und Nickel in atmosphärischer Deposition*

DIN EN 15852, *Außenluftbeschaffenheit — Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung des gesamten gasförmigen Quecksilbers*

DIN EN 15853, *Außenluftbeschaffenheit — Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Quecksilberdeposition*

DIN EN 15980, *Luftqualität — Bestimmung der Deposition von Benz[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[j]fluoranthren, Benzo[k]fluoranthren, Benzo[a]pyren, Dibenz[a,h]anthracen und Indeno[1,2,3-cd]pyren*

DIN ISO 11057, *Emissionen aus stationären Quellen — Prüfverfahren für die Charakterisierung des Filtrationsverhaltens abreinigbarer Filtermedien*

VDI 2267 Blatt 1, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen der Elementkonzentration nach Filterprobenahme — Bestimmung von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, V und Zn mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS), der optischen Emissionsspektrometrie (ICP-OES) und der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS)*

VDI 2267 Blatt 2, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen der Blei-Massenkonzentration mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse*

VDI 2267 Blatt 5, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen der Massenkonzentration von Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn mit Hilfe der optischen Emissionsspektrometrie (ICP-OES) nach Filterprobenahme und Aufschluss in oxidierendem Säuregemisch*

VDI 2267 Blatt 7, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen von Thallium und seinen anorganischen Verbindungen als Bestandteile des Staubniederschlages mit der Atomabsorptionsspektrometrie*

VDI 2267 Blatt 8, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen der Massenkonzentration von Quecksilber — Probenahme durch Sorption als Amalgam und Bestimmung mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit Kaltdampftechnik*

VDI 2267 Blatt 9, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen der Massenkonzentration von Quecksilber — Probenahme durch Sorption als Amalgam und Bestimmung mittels Atomfluoreszenzspektrometrie (AFS) mit Kaltdampftechnik*

VDI 2267 Blatt 12, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen der Massenkonzentration von As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb und Zn mit Hilfe der energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse (edRFA)*

VDI 2267 Blatt 14, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen der Massenkonzentration von Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, V, Zn als Bestandteile des Staubniederschlages mit Hilfe der optischen Emissionsspektrometrie (ICP OES)*

VDI 2267 Blatt 15, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen der Massenkonzentration von Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn als Bestandteile des Staubniederschlages mit Hilfe der Massenspektrometrie (ICP-MS)*

VDI 2267 Blatt 16, *Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft — Messen der Massenkonzentration von As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb, V und Zn als Bestandteile des Staubniederschlages mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)*

VDI 2268 Blatt 1, *Stoffbestimmung an Partikeln — Bestimmung der Elemente Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V, Zn in emittierten Stäuben mittels atomspektrometrischer Methoden*

VDI 2268 Blatt 2, *Stoffbestimmung an Partikeln — Bestimmung der Elemente Arsen, Antimon und Selen in emittierten Stäuben mittels Atomabsorptionsspektrometrie nach Abtrennung über ihre flüchtigen Hydride*

VDI 2268 Blatt 3, *Stoffbestimmung an Partikeln — Bestimmung des Thalliums in emittierten Stäuben mittels Atomabsorptionsspektrometrie*

VDI 2268 Blatt 4, *Stoffbestimmung an Partikeln — Bestimmung der Elemente Arsen, Antimon und Selen in emittierten Stäuben mittels Graphitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie*

VDI 2463 Blatt 1, *Messen von Partikeln — Gravimetrische Bestimmung der Massenkonzentration von Partikeln in der Außenluft — Grundlagen*

VDI 2463 Blatt 7, *Messen von Partikeln — Erfassung von Schwebstaub und gasförmigen chemischen Verbindungen in Außenluft und Innenraumluft — Aktive Probenahme mittels Low-Volume-Sampler (LVS)*

VDI 2463 Blatt 8, *Messen von Partikeln — Erfassung von Schwebstaub in Außenluft und Innenraumluft — Nicht fraktionierendes Probenahmesystem für Low-Volume-Sampler (LVS)*

VDI 2463 Blatt 11, *Messen von Partikeln — Messen der Massenkonzentration (Immission) — Filterverfahren — Filterwechsler Digital DHA-80*

VDI 2464 Blatt 1, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluft — Messen von polychlorierten Biphenylen (PCB) — GC/MS-Verfahren für PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180*

VDI 2464 Blatt 2, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluft — Messen von polychlorierten Biphenylen (PCB) — HR-GC/HR-MS-Verfahren für coplanare PCB*

VDI 2464 Blatt 3, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluft — Messen von polybromierten Diphenylethern, Hexabromcyclododecan und Hexabrombenzol mit GC/MS*

VDI 3498 Blatt 1, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluft — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen — Verfahren mit großem Filter*

VDI 3498 Blatt 2, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluft — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen — Verfahren mit kleinem Filter*

VDI 3867 Blatt 1, *Messen von Partikeln in der Außenluft — Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen — Grundlagen*

VDI 3867 Blatt 2, *Messen von Partikeln in der Außenluft — Charakterisierung von Prüfaerosolen — Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung — Kondensationspartikelzähler (CPC)*

VDI 3867 Blatt 3, *Messen von Partikeln in der Außenluft — Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen — Elektrisches Mobilitätsspektrometer*

VDI 3867 Blatt 4, *Messen von Partikeln in der Außenluft — Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen — Optisches Aerosolspektrometer*

VDI 3867 Blatt 5, *Messen von Partikeln in der Außenluft — Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen — Flugzeitspektrometer*

VDI 3867 Blatt 6, *Messen von Partikeln in der Außenluft — Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen — Elektrischer Niederdruckimpaktor (ELPI)*

— 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 10. April 2014 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
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
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
5 Geräte und Ausrüstung	14
5.1 Komponenten der Probenahmeeinrichtung	14
5.1.1 Allgemeines	14
5.1.2 Ausführung des Standard-Probeneinlasses	15
5.1.3 Verbindungsrohrleitungen	16
5.1.4 Filterhalter und Filter	16
5.1.5 Durchflusseinstellsystem	17
5.1.6 Probenahmedauer	17
5.1.7 Dichtheit des Probenahmesystems	17
5.1.8 Lagerung der Filter	18
5.2 Einrichtungen zur Wägung	18
5.2.1 Allgemeines	18
5.2.2 Wägeraum	19
5.2.3 Waage	19
6 Verfahren zur Filterkonditionierung, -probenahme und -wägung	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Konditionierung und Wägung der Filter vor der Probenahme	20
6.3 Probenahmeverfahren	21
6.3.1 Beschicken der Filterkassette	21
6.3.2 Filterprobenahme	21
6.3.3 Verfahren für Lagerung und Transport von Proben	21
6.4 Konditionierung und Wägung der Filter nach der Probenahme	22
6.5 Vorgehensweise im Wägeraum	22
6.6 Filter-Blindwertproben für die laufende Qualitätskontrolle	23
6.6.1 Allgemeines	23
6.6.2 Wägeraum-Blindwertproben	23
6.6.3 Feldblindwertproben	23
7 Laufende Qualitätskontrolle	23
7.1 Allgemeines	23
7.2 Häufigkeit der Kalibrierungen, Prüfungen und Wartungsarbeiten	24
7.3 Wartung des Probenahmesystems	24
7.4 Prüfungen von Sensoren des Probenahmegerätes	25
7.5 Kalibrierung von Sensoren des Probenahmegerätes	25
7.6 Prüfung des Volumenstroms des Probenahmegerätes	25
7.7 Kalibrierung des Volumenstroms des Probenahmegerätes	26
7.8 Prüfung des Probenahmesystems auf Dichtheit	26
7.9 Prüfung der Sensoren des Wägeraums	26
7.10 Kalibrierung der Sensoren des Wägeraums	26
7.11 Waage	26

8 Auswertung 26

9 Leistungskenngrößen des Verfahrens 27

9.1 Allgemeines 27

9.2 GUM-Konzept.....27

9.3 Einzelne Unsicherheitsquellen 28

9.3.1 Allgemeines 28

9.3.2 Gesammelte Partikelmasse 28

9.3.3 Zeit (*t*) 32

9.3.4 Unsicherheitsbudget 32

9.4 Erweiterte Unsicherheit im Vergleich zu den EU-Datenqualitätszielen 34

Anhang A (normativ) Konstruktionszeichnungen eines Standard-Probeneinlasses für PM₁₀ und PM_{2,5} 35

Anhang B (normativ) Weitere Probenahmeeinrichtungen 36

Anhang C (informativ) Schema einer PM-Standardprobenahmeeinrichtung 47

Anhang D (informativ) Eignungsprüfungen für Filter.....48

Anhang E (normativ) Erste Eignungsprüfung von Wägeeinrichtungen 50

Anhang F (informativ) Ergebnisse der experimentellen Arbeiten 51

Anhang G (informativ) Impaktorwirkungsgrad.....53

Literaturhinweise 55

Vorwort

Dieses Dokument (EN 12341:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Air quality“ 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 November 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2014 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 12341:1998 und EN 14907:2005.

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].

EN 12341:2014 beinhaltet die folgenden, signifikanten technischen Unterschiede im Vergleich zur EN 12341:1998 und EN 14907:2005:

- dieses Dokument ist aufgrund der Beschreibung des Stands der Technik an die EN 14907:2005 angeglichen;
- die drei unterschiedlichen PM_{10} -Standardreferenzverfahren nach EN 12341:1998 und die zwei unterschiedlichen $PM_{2,5}$ -Standardreferenzverfahren nach EN 14907:2005 werden in diesem Dokument durch nur ein mögliches Standardreferenzverfahren für PM_{10} und $PM_{2,5}$ ersetzt.

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.

Einleitung

Zur Beurteilung der Luftqualität auf einer einheitlichen Basis innerhalb der Europäischen Union müssen die Mitgliedstaaten genormte Messtechniken und -verfahren anwenden. Das Ziel dieser Europäischen Norm ist es, eine harmonisierte Methode zur Überwachung der Massenkonzentrationen des Schwebstaubs (PM₁₀ bzw. PM_{2,5}) in der Außenluft zu beschreiben; hierbei wird die Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa [1] zu Grunde gelegt, die die spezifischen Parameter zur Beurteilung der Konzentrationswerte von Staub in der Luft festlegt.

ANMERKUNG Grundsätzlich darf die in der vorliegenden Europäischen Norm beschriebene Methode auch zur Messung von Massenkonzentrationen anderer Staubfraktionen, wie z. B. PM₁, angewendet werden. Diese Europäische Norm beschreibt jedoch keine genormten Probeneinlässe für derartige Fraktionen.

In der vorliegenden Europäischen Norm werden die früheren Europäischen Normen EN 12341:1998 [2] und EN 14907:2005 [3] mit dem Ziel zusammengeführt, die sehr ähnlichen Verfahren, die zur Messung der Massenkonzentrationen beider Fraktionen von Staub in der Luft angewendet werden, zu harmonisieren.

Das in der vorliegenden Europäischen Norm beschriebene europäische Standardmessverfahren befasst sich primär mit der Harmonisierung und Optimierung der Datenqualität der in den Messnetzen eingesetzten Messverfahren im Hinblick auf die Vermeidung unnötiger Unstetigkeiten bei historischen Daten. Es ist ein für den praktischen Gebrauch bei der Routineüberwachung geeignetes Verfahren, jedoch nicht unbedingt das Verfahren mit der höchsten metrologischen Qualität.

Es gibt keine rückführbaren Bezugsnormale für PM₁₀- oder PM_{2,5}-Messungen. Aus diesem Grund legt das Standardmessverfahren die Messgröße durch Konvention fest; dies betrifft insbesondere die Ausführung des Probeneinlasses und die damit verbundenen Betriebsparameter, die den gesamten Messprozess erfassen. Diese Europäische Norm umfasst:

- eine Beschreibung eines manuellen gravimetrischen Standardmessverfahren für PM₁₀ bzw. PM_{2,5} unter Anwendung von automatischen Filterwechslern oder Einzelfiltergeräten;
- eine Zusammenfassung der Leistungsanforderungen des Verfahrens;
- 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 des vorliegenden europäischen Standardmessverfahrens;
- (vorläufige) Kriterien und Prüfverfahren zur Bewertung der Eignung von Filtern für den Einsatz bei Anwendung des vorliegenden Verfahrens.

Die in dieser Europäischen Norm beschriebenen Leistungskenngrößen und Anforderungen wurden teilweise in unterschiedlichen Vergleichs- und Validierungsversuchen bestimmt. Die Versuche wurden von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone gefördert.

Aufgrund des Fehlens geeigneter Kriterien und Vorschriften zur Prüfung von Filtern auf deren Gebrauchstauglichkeit, liegen jedoch möglicherweise beträchtliche Unterschiede zwischen Ergebnissen vor, die mit verschiedenen Filtertypen und sogar Filtern des gleichen Typs erhalten werden. Zum Beispiel wurden bei der Verwendung unterschiedlicher Marken von Quarzfaserfiltern bei parallelen Messungen von PM₁₀ bei Konzentrationen von etwa 50 % des Tagesgrenzwertes Unterschiede von bis zu 15 % festgestellt [4]. Das hat möglicherweise Auswirkungen auf die Ergebnisse, die mit automatischen Messeinrichtungen erhalten werden, da diese durch den Vergleich der Ergebnisse mit den unter Anwendung von Referenzgeräten erhaltenen Ergebnissen kalibriert werden (CEN/TS 16450:2013 [5]).

Grundsätzlich können die zum Zweck der Bestimmung der Massenkonzentrationen von PM_{10} oder $PM_{2,5}$ erfassten Filter für die weitere Speziesbestimmungen verwendet werden, z. B. für die Bestimmung der Konzentrationen von

- Schwermetallen und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (siehe EN 14902 [6] und EN 15549 [7]) nach der Richtlinie 2004/107/EG [8],
- Bestandteilen von $PM_{2,5}$ (siehe CEN/TR 16243 [9] und CEN/TR 16269 [10]), die für die Quellenzuordnung nach den Anforderungen der Richtlinie 2008/50/EG zu verwenden sind.

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

Die Anforderungen der vorliegenden Europäischen Norm sind jedoch in erster Linie darauf ausgerichtet, optimale Ergebnisse bei der Messung der Massenkonzentrationen von PM_{10} bzw. $PM_{2,5}$ zu erhalten.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt ein Standardmessverfahren zur Bestimmung der PM_{10} - oder $PM_{2,5}$ -Massenkonzentration von Schwebstaub in der Außenluft durch Probenahme des Staubes auf Filtern und Wägung der Filter mit Hilfe einer Waage.

Die Messungen werden mit Probenahmegeräten mit Probeneinlässen durchgeführt, deren Ausführung den Festlegungen in Anhang A entspricht, und die mit einem Nennvolumenstrom von $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$ über eine Nennprobenahmedauer von 24 h betrieben werden. Die Messergebnisse werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben, wobei das Luftvolumen das Volumen bei Umgebungsbedingungen in der Nähe des Probeneinlasses zum Zeitpunkt der Probenahme darstellt.

Der Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm reicht von etwa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (d. h. der Nachweisgrenze des Standardmessverfahrens, ausgedrückt als deren 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 diese Europäische Norm nicht für höhere Konzentrationen validiert ist, kann der Anwendungsbereich bei Verwendung von geeigneten Filtermaterialien ohne Bedenken auf Konzentrationen in der Luft von bis zu etwa $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erweitert werden (siehe 5.1.4).

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

In dieser Europäischen Norm sind keine Verfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit anderer Typen von Probenahmeeinrichtungen, die z. B. mit einem anderen Aerosolklassierer ausgestattet sind und/oder bei anderen Volumenströmen betrieben werden, angeführt. Derartige Verfahren und Anforderungen sind ausführlich im Leitfaden zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Immissionsmessverfahren [11] und für automatische PM-Monitore in CEN/TS 16450:2013 angeführt.

Diese Europäische Norm stellt eine Weiterentwicklung früherer Europäischer Normen (EN 12341:1998 und EN 14907:2005) durch die Entwicklung des Probenahmegeräts für $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$ zur Einbeziehung von Anforderungen an die Filtertemperatur während und nach der Sammlung und des Vermögens, die Temperaturen an kritischen Punkten im Probenahmesystem zu überwachen, dar. Es wird empfohlen, dass, wenn ein Gerät beschafft wird, dieses vollständig der vorliegenden Europäischen Norm entspricht. Ältere Versionen dieser Probenahmegeräte für $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$ ohne Mantelluftkühlung, das Vermögen, die Filter nach der Probenahme zu kühlen, oder das Vermögen, Temperaturen an kritischen Punkten im Probenahmesystem zu überwachen haben jedoch einen besonderen Status hinsichtlich ihrer Anwendung als Referenzgeräte. Die in früheren Prüfungen unter Anwendung dieser Probenahmegeräte erhaltenen Ergebnisse behalten ihre Gültigkeit bei. Diese Probenahmegeräte können nach wie vor für Überwachungszwecke und Versuche zur Gleichwertigkeit eingesetzt werden, vorausgesetzt, dass die Unsicherheiten durch eine gut begründete zusätzliche Toleranz ergänzt werden (siehe Anhang B).

Außerdem haben drei spezifische Probenahmeeinrichtungen — das Probenahmegerät für $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$ mit „langer Düse“ und das Probenahmegerät für $68 \text{ m}^3/\text{h}$ für PM_{10} nach EN 12341:1998 sowie der Probeneinlass für $30 \text{ m}^3/\text{h}$ für $PM_{2,5}$ nach EN 14907:2005 — ebenfalls einen besonderen Status hinsichtlich ihrer Anwendung als Referenzgeräte. Die in früheren Prüfungen unter Anwendung dieser Probenahmegeräte erhaltenen Ergebnisse behalten ihre Gültigkeit bei. Diese Probenahmegeräte können nach wie vor für Überwachungszwecke und Versuche zur Gleichwertigkeit eingesetzt werden, vorausgesetzt, dass die Unsicherheiten durch eine gut begründete zusätzliche Toleranz ergänzt werden (siehe Anhang B).

Andere als die in Anhang B dieser Europäischen Norm beschriebenen Probenahmeeinrichtungen können angewendet werden, vorausgesetzt, dass die Unsicherheiten durch eine gut begründete zusätzliche Toleranz ergänzt werden, die sich aus Prüfungen zur Gleichwertigkeit ableitet.

ANMERKUNG 2 Durch Auswertung vorhandener Daten wurde aufgezeigt, dass diese Probenahmeeinrichtungen für PM_{10} und $PM_{2,5}$ zu Ergebnissen führen, die denen gleichwertig sind, die bei der Anwendung dieser Europäischen Norm erhalten werden. Die Ergebnisse sind in Anhang B dargestellt.

Diese Europäische Norm stellt außerdem eine Anleitung für die Auswahl und Prüfung von Filtern mit dem Ziel der Verringerung der Messunsicherheit der Ergebnisse bei der Anwendung dieser Europäischen Norm zur Verfügung.

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).

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

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe, Definitionen und Abkürzungen.

3.1.1

Außenluft

Luft in der Troposphäre mit Ausnahme von Arbeitsstätten im Sinne der Richtlinie 89/654/EWG [12], an denen Bestimmungen für Gesundheitsschutz und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten und zu denen die Öffentlichkeit normalerweise keinen Zugang hat

[QUELLE: Richtlinie 2008/50/EG]

3.1.2

Kalibrierung

Tätigkeit, die unter festgelegten Bedingungen in einem ersten Schritt eine Beziehung zwischen den durch Messstandards mit ihren Messunsicherheiten ermittelten Werten und den entsprechenden Anzeigenwerten und ihren zugeordneten Messunsicherheiten herstellt und in einem zweiten Schritt diese Information verwendet, um eine Beziehung herzustellen, mit deren Hilfe ein Messergebnis aus einer Anzeige erhalten wird

[QUELLE: JCGM 200 [13]]

3.1.3

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: JCGM 100]

3.1.4

Erweiterungsfaktor

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

[QUELLE: JCGM 100]

3.1.5

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

[QUELLE: JCGM 100]

3.1.6

Feldblindwertprobe

Filter, das denselben Verfahren der Konditionierung und Wägung unterzogen wird wie das Probenahmefilter, einschließlich Transport zum und vom sowie Lagerung im Feld, das jedoch nicht zur Probenahme von Luft verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Feldblindwertprobe wird manchmal auch als Verfahrensblindwertprobe bezeichnet.

3.1.7

Wägeraum-Blindwertprobe

Filter, das denselben Verfahren der Konditionierung und Wägung unterzogen wird wie das Probenahmefilter, jedoch im Wägeraum gelagert wird

3.1.8

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: Richtlinie 2008/50/EG]

3.1.9

Messstation

Räumlichkeit im Feld, in der ein Probenahmegerät zur Staubmessung so installiert ist, dass sein Leistungsvermögen und seine Betriebsweise den vorgegebenen Anforderungen entsprechen

3.1.10

Parallelmessung

Messung mit Messsystemen, die über den gleichen Zeitraum aus der gleichen Luft Proben entnehmen

3.1.11

Leistungskenngröße

Verfahrenskenngröße

einer der einem Probenahmegerät zugeordneten Parameter zur Festlegung seines Leistungsvermögens

3.1.12

Leistungskriterium

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

3.1.13

Kontrollintervall

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

3.1.14

PM_x

Schwebstaub in der Luft, der einen größenselektiven Lufteinlass passiert, der bei einem aerodynamischen Durchmesser von x µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Per Konvention bieten die in dieser Europäischen Norm vorgeschriebenen Ausführungen des größenselektiven Probeneinlasses — angewendet mit den vorgeschriebenen Volumenströmen — die geforderten Kenngrößen, um die betreffende, in der Außenluft schwebende Staubfraktion zu sammeln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Wirksamkeit der Größenselektivität anderer eingesetzter Lufteinlässe hat möglicherweise eine signifikante Auswirkung auf den Anteil von PM im Bereich der Trenngrenze und folglich auf die bestimmte Massenkonzentration von PM_x.

3.1.15

Referenzverfahren

RM

Messverfahren (-methode), das (die) per Konvention den anerkannten Referenzwert der Messgröße liefert

3.1.16

Probenluft

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

3.1.17

Probeneinlass

Eingang zum Probenahmesystem, wo Außenluft aus der Atmosphäre entnommen wird

3.1.18

Standardunsicherheit

als Standardabweichung ausgedrückte Unsicherheit des Ergebnisses einer Messung

[QUELLE: JCGM 100]

3.1.19

Schwebstaub

SPM

Bezeichnung für alle von Luft umgebenen Partikel in einem gegebenen, ungestörten Luftvolumen

3.1.20

zeitliche Überdeckung

prozentualer Anteil des Referenzzeitraums des betreffenden Grenzwertes, für den valide Daten für die Aggregation erfasst wurden

3.1.21

(Mess)unsicherheit

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

[QUELLE: JCGM 100]

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
t	Probenahmedauer
T_a	Umgebungstemperatur
u	Standardunsicherheit
u_{bs}	Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten
u_f	Unsicherheit des Volumenstroms
u_{mfb}	Unsicherheit aufgrund der Wirkung von Feuchte auf ein Leerfilter
u_{mh}	Unsicherheit aufgrund von Hystereseeffekten auf die Staubmasse
u_m	Unsicherheit der Staubmasse ($m_l - m_u$)
u_{mb}	Unsicherheit aufgrund des Auftriebs
u_{mba}	Unsicherheit aufgrund der Kalibrierung der Waage
u_{mc}	Unsicherheit aufgrund von Verunreinigung
u_{mfe}	Unsicherheit aufgrund eines mangelnden Abscheidegrades des Filters
u_{mg}	Unsicherheit aufgrund der Wechselwirkung mit Gasen
u_{mhp}	Unsicherheit aufgrund der Wirkung von Feuchte auf Staub
u_{mip}	Unsicherheit aufgrund des Leistungsverhaltens des Probeneinlasses

u_{ml}	Unsicherheit der Masse eines beaufschlagten Filters
u_{ms}	Unsicherheit aufgrund elektrostatischer Aufladung des Filters
u_{mtl}	Unsicherheit aufgrund von Staubverlusten bei Transport und Lagerung
u_{mu}	Unsicherheit der Masse eines nicht beaufschlagten Filters
u_{mzd}	Unsicherheit aufgrund der Nullpunktdrift der Waage
φ_L	Leckrate (Leckvolumenstrom) (Dichtheitsprüfung)
V_{sys}	geschätztes Gesamtvolumen des Systems (Totvolumen)
w	relative Unsicherheit
W	relative erweiterte Unsicherheit
x_i	einzelnes Messergebnis von einem Probenahmegerät
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	Staub
POM	Polyoxymethylen
PTFE	Polytetrafluorethylen
QS/QK	Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle
RH	relative Feuchte
RM	Referenzverfahren (-methode)
SPM	Schwebstaub

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 eine bekannte Nenndauer von 24 h auf einem Filter gesammelt. Die Masse des PM-Materials wird durch Wägung des Filters vor und nach der Sammlung des Staubes unter zuvor festgelegten konstanten Bedingungen bestimmt.

Entscheidende Faktoren, die das Messergebnis beeinflussen können und die in den in dieser Europäischen Norm vorgeschriebenen Verfahren behandelt werden, sind:

- (Schwankungen bei) Konstruktion und Ausführung des größenselektiven Probeneinlasses;
- der Probenvolumenstrom;
- Depositionsverluste an Staub innerhalb der Rohrleitung zwischen Probeneinlass und Filter;
- unkontrollierte Verluste innerhalb der Rohrleitung zwischen dem Probeneinlass und dem Filter sowie auf dem Filter durch Verdampfung von Wasser und mittelflüchtigen PM-Anteilen während der Zeit zwischen Probenahme und Wägung;
- Änderung der Masse/des Gewichtes des Filters oder des Staubs z. B. durch die Adsorption von Wasser und mittelflüchtigen Verbindungen, unerwünschte Anlagerungen oder Materialverlust, Auftrieb oder elektrostatische Aufladung.

Um Auswirkungen dieser Faktoren auf ein Mindestmaß zu verringern, werden in der vorliegenden Europäischen Norm 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, den Transport, die Handhabung und das Wägen von Filtern beschrieben.

Die Qualitätssicherungs-/Qualitätskontrollverfahren (QS/QK-Verfahren) in dieser Europäischen Norm werden in Tätigkeiten eingeteilt, die üblicherweise bei jeder Messung anfallen, und solche, die weniger häufig durchgeführt werden.

QS/QK-Verfahren, die bei jeder Messung angewendet werden, einschließlich der Filterhandhabung und -konditionierung, Wägeraumbedingungen, ordnungsgemäßen Arbeitsweise der Waage und des Gebrauchs der Leerfilter, werden im Abschnitt 6 beschrieben.

Es ist besonders wichtig, dass die zum Wägen der Filter vor und nach der Probenahme verwendeten Einrichtungen die Anforderungen der vorliegenden Europäischen Norm erfüllen. Demzufolge 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.