

DIN EN 16450

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

ICS 13.040.20

Ersatz für
DIN CEN/TS 16450
(DIN SPEC 33967):2013-08 und
DIN CEN/TS 16450 Berichtigung 1
(DIN SPEC 33967
Berichtigung 1):2013-11

**Außenluft –
Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration
(PM₁₀; PM_{2,5});
Deutsche Fassung EN 16450:2017**

Ambient air –
Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate
matter (PM₁₀; PM_{2,5});
German version EN 16450:2017

Air ambient –
Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM₁₀;
PM_{2,5});
Version allemande EN 16450:2017

Gesamtumfang 59 Seiten

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

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 16450:2017 wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe WG 15 „Schwebstaub (10 µm/2,5 µm)“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) 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.

Die EN 16450 basiert auf der CEN/TS 16450:2013 „Außenluft – Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5})“, die als DIN SPEC 33967:2013-08 in das deutsche Normenwerk übernommen wurde. Das in der CEN/TS 16450 dargestellte automatische Verfahren zur Messung der Staubmassenkonzentrationen wurde in aufwändigen europäischen Feldtests validiert und dann in der EN 16450 beschrieben.

Der Unterausschuss NA 134-04-02-09 UA „Messen von Partikeln in der Außenluft“ des Fachbereiches IV „Umweltmesstechnik“ der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss fungiert als Spiegelgremium für die CEN-Arbeitsgruppe CEN/TC 264/WG 15. Die nationale Arbeitsgruppe erarbeitete bisher die VDI-Richtlinienreihe 2463, die unterschiedliche Messverfahren zur gravimetrischen Bestimmung der Massenkonzentration von Partikeln in der Außenluft beschreibt.

Änderungen

Gegenüber DIN CEN/TS 16450 (DIN SPEC 33967):2013-08 und DIN CEN/TS 16450 Berichtigung 1 (DIN SPEC 33967 Berichtigung 1):2013-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Das in der CEN/TS 16450 dargestellte automatische Verfahren zur Messung der Staubmassenkonzentrationen wurde in aufwändigen europäischen Feldtests validiert. Die Ergebnisse der Feldtests sind in die Überarbeitung der CEN/TC 16450 eingegangen. Insbesondere wurden die Abschnitte 6, 7 und 8 ergänzt.

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

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

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*

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, Tl, V und Zn mithilfe der Grafitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-A), optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) und der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS)*

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 Probeahme mittels Low-Volume-Sampler (LVS)*

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

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

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)*

Deutsche Fassung

**Außenluft —
Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung
der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5})**

Ambient air —

Automated measuring systems for the measurement of
the concentration of particulate matter (PM₁₀; PM_{2,5})

Air ambient —

Systèmes automatisés de mesurage de la concentration
de matière particulaire (PM₁₀; PM_{2,5})

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. Januar 2017 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, 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, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Kurzbeschreibung	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Messprinzipien	12
5.3 Eignungsprüfungen	12
5.4 Tauglichkeitsprüfung	13
5.5 Feldbetrieb und Qualitätslenkung	13
5.6 Datenverarbeitung und -validierung	13
6 Probenahme	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Probenahmeort	13
6.3 Probeneinlass und Probenahmeleitung	14
6.4 Regelung des Probenvolumenstroms	14
6.5 Angabe von Konzentrationen	14
7 Eignungsprüfung	15
7.1 Leistungsanforderungen	15
7.2 Relevante Leistungskenngrößen und Leistungskriterien	15
7.3 Ausführungsänderungen	17
7.4 Laborprüfverfahren	17
7.4.1 Allgemeines	17
7.4.2 Prüfbedingungen	17
7.4.3 Nullniveau und Nachweisgrenze	18
7.4.4 Genauigkeit des Volumenstroms	19
7.4.5 Konstanz des Probenvolumenstroms	19
7.4.6 Dichtigkeit des Probenahmesystems	19
7.4.7 Abhängigkeit des Nullpunktes und der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur	20
7.4.8 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung	20
7.4.9 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration	21
7.5 Feldprüfverfahren	22
7.5.1 Allgemeines	22
7.5.2 Versuchsbedingungen	22
7.5.3 Nullpunktprüfungen	24
7.5.4 Aufzeichnung der Betriebsparameter	24
7.5.5 Tagesmittelwerte	24
7.5.6 Verfügbarkeit	25
7.5.7 Wartungsintervall	25
7.5.8 Datenauswertung	25
7.6 Anforderungen an eine Eignungsprüfung	31
7.7 Bericht der Eignungsprüfung	31

8	Feldbetrieb und laufende Qualitätslenkung	31
8.1	Allgemeines	31
8.2	Tauglichkeitsprüfung.....	32
8.2.1	Allgemeines	32
8.2.2	Bewertung.....	33
8.3	Erstinstallation.....	33
8.4	Laufende Qualitätslenkung.....	34
8.4.1	Allgemeines	34
8.4.2	Häufigkeit der Kalibrierungen, Prüfungen und Wartungsarbeiten	34
8.4.3	Prüfung von Betriebsparametern	35
8.4.4	Prüfung von AMS-Sensoren	36
8.4.5	Kalibrierung von AMS-Sensoren.....	36
8.4.6	Prüfung von Volumenströmen der AMS.....	36
8.4.7	Kalibrierung von Volumenströmen der AMS.....	37
8.4.8	Prüfung des Probenahmesystems auf Dichtigkeit	37
8.4.9	Nullpunktprüfung der AMS-Messwerte.....	37
8.4.10	Prüfungen und Kalibrierung des AMS-Massenmesssystems.....	38
8.4.11	Verarbeitung der Daten nach Überschreitung von Leistungskriterien	38
8.5	Wartung	40
8.5.1	Verbrauchsmaterialien	40
8.5.2	Regelmäßige Wartung von Bauteilen der AMS.....	40
8.6	Laufende Verifizierung der Tauglichkeit.....	40
8.6.1	Allgemeines	40
8.6.2	Anzahl, Dauer und Häufigkeit von Vergleichen	40
8.6.3	Auswertung der Prüfergebnisse	41
9	Datenverarbeitung, -validierung und Datenberichte	42
9.1	Datenverarbeitung und -validierung.....	42
9.2	Datenaggregation und Berichterstattung	42
10	Berichterstattung von AMS-Daten.....	43
11	Prüfberichte und Dokumentation – Feldbetrieb	43
11.1	Bewertung der Tauglichkeit.....	43
11.2	Dokumentation	43
11.3	Berichte über die Luftqualität	43
Anhang A (informativ)	Beispiele für Funktionsprinzipien von AMS zur Staubmessung	44
A.1	Schwingende Mikrowaage.....	44
A.2	β-Strahlen-Absorption	45
A.3	Lichtstreuung.....	46
A.4	Aus einem zentralen Gerät und einer Reihe regionaler Geräte bestehendes System.....	47
Anhang B (normativ)	Algorithmen der orthogonalen Regression.....	48
Anhang C (normativ)	Durchführung von Kalibrierungen der AMS.....	50
Anhang D (normativ)	Elemente des Berichts über die Eignungsprüfung	52
Anhang E (informativ)	Elemente des Berichts über die Bewertung der Tauglichkeit	54
Literaturhinweise.....		55

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 16450:2017) 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 September 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2017 zurückgezogen werden.

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.

Dieses Dokument ersetzt CEN/TS 16450:2013.

Dieses Dokument wurde unter einem Normungsauftrag erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

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, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Um den Anforderungen der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG [1] zu entsprechen, werden die dort angeführten Referenzverfahren zur Messung der Staubmassenkonzentrationen beim Betrieb von Messnetzen in der Regel nicht für die Routineüberwachung angewendet. In diesen Messnetzen werden üblicherweise kontinuierlich messende automatische Messeinrichtungen (AMS) eingesetzt wie z. B. solche, die auf dem Prinzip der oszillierenden Mikrowaage, der β -Strahlen-Absorption oder optischen In-situ-Verfahren beruhen. Derartige AMS sind üblicherweise in der Lage, 24-h-Mittelwerte der Messwerte über einen Messbereich von bis zu $1\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ und 1-h-Mittelwerte von bis zu $10\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erzeugen, sofern anwendbar. Das zugrunde liegende Luftvolumen bezieht sich auf die Außenluftbedingungen in der Nähe des Lufteinlasses.

Die 1-h-Mittelwerte dürfen für Folgendes verwendet werden:

- a) zeitnahe Unterrichtung der Öffentlichkeit;
- b) Aggregation zur Erzeugung von Tages- oder Jahresmittelwerten der Konzentration für Berichtspflichten im gesetzlich geregelten Bereich.

ANMERKUNG Nationale Berichtspflichten im gesetzlich geregelten Bereich können andere Mittelungszeiträume für die Durchschnittswerte erforderlich machen (z. B. monatlich).

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ermöglicht die Anwendung derartiger Messeinrichtungen nach dem Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem Referenzverfahren, d. h. nach dem Nachweis, dass diese Messeinrichtungen die Datenqualitätsziele für kontinuierliche Messungen einhalten. Die Leitlinien zum Nachweis der Gleichwertigkeit sind in Literaturhinweis [2] angeführt.

Diese Europäische Norm legt die Mindestleistungsanforderungen und Eignungsprüfverfahren geeigneter AMS für Staub fest. Die Norm schließt die Bewertung der Gleichwertigkeit mit dem Referenzverfahren nach der Richtlinie 2008/50/EG ein.

Außerdem werden in dieser Europäischen Norm die Mindestanforderungen an die laufende Qualitätssicherung/Qualitätslenkung (QA/QC) von im Feld eingesetzten AMS beschrieben. Diese Anforderungen sind notwendig, um sicherzustellen, dass die Unsicherheiten der gemessenen Konzentrationen über einen längeren Zeitraum der kontinuierlichen Messung im Feld innerhalb der geforderten Grenzen bleiben; sie schließen Verfahren für Wartung, Überprüfung und Kalibrierung ein.

Zusätzliche Verfahren werden beschrieben, um die Gleichwertigkeit eines Geräts mit dem Referenzverfahren unter möglichen Luftverunreinigungs- und Klimaveränderungen über einen Zeitraum von mehr als fünf Jahren sicherzustellen.

Schließlich werden in dieser Europäischen Norm harmonisierte Anforderungen an und Verfahren zur Verarbeitung und Validierung von Rohmessdaten beschrieben, die zur Berechnung von Tages- oder Jahresmittelwerten verwendet werden. Erfahrungen mit bestehenden Verfahren zur Verarbeitung und Validierung von Daten - für gleichartige AMS - haben gezeigt, dass verschiedene angewendete Methoden der Datenverarbeitung und -validierung bei gleichartigen Datensätzen zu signifikanten Unterschieden bei den in Berichten angeführten Ergebnissen führen können [3].

Wird diese Europäische Norm zu anderen Zwecken als den nach der Richtlinie 2008/50/EG geforderten Messungen angewendet, treffen die Anforderungen an Messbereich und Unsicherheit möglicherweise nicht zu.

Diese Norm enthält Informationen für verschiedene Nutzergruppen.

Die Abschnitte 5 und 6 sowie Anhang A enthalten allgemeine Angaben zu den Prinzipien von kontinuierlich messenden automatischen Messeinrichtungen für Staub sowie zu der entsprechenden Ausrüstung.

Abschnitt 7 sowie die Anhänge B und C richten sich speziell an Prüfinstitute und -laboratorien, die Eignungsprüfungen von kontinuierlich messenden automatischen Messeinrichtungen für Staub durchführen. Diese Abschnitte enthalten Informationen zu Folgendem:

- c) Eignungsprüfbedingungen, -verfahren und -anforderungen;
- d) Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Einrichtung;
- e) Bewertung der Ergebnisse der Eignungsprüfung;
- f) Bewertung der Unsicherheit der Messergebnisse der kontinuierlich messenden automatischen Messeinrichtungen für Staub auf der Grundlage der Ergebnisse der Eignungsprüfung.

Die Abschnitte 8 bis 11 richten sich an die Betreiber von Messnetzen, die in der Routine Staubbmessungen in der Außenluft durchführen. Diese Abschnitte enthalten Informationen zu Folgendem:

- g) die Erstinstallation der Einrichtung im Messnetz und die Abnahmeprüfung;
- h) die laufende Qualitätssicherung/-lenkung;
- i) die laufende Verifizierung der Eignung;
- j) die Verarbeitung, Validierung und Berichterstattung der Messergebnisse.

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 12341, *Außenluft — Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Außenluft
Außenluft in der Troposphäre mit Ausnahme von Arbeitsstätten im Sinne der Richtlinie 89/654/EWG [4], an denen Bestimmungen für Gesundheitsschutz und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten und zu denen die Öffentlichkeit normalerweise keinen Zugang hat

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

3.2 automatische Messeinrichtung
AMS

(en: automated measurement system)

Gesamtheit aller Messgeräte und zusätzlichen Geräte, die zur Erzielung eines Messergebnisses erforderlich sind

3.3

Verfügbarkeit der AMS

Teil der Zeitspanne, für den valide Messdaten einer AMS für Außenluftkonzentration verfügbar sind

[QUELLE: EN 14211 [5]]

3.4

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 Anzeigen mit ihren beigeordneten 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 Feststellung, 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 beigeordneten Messunsicherheit bestehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Kalibrierung sollte nicht mit Justierung eines Messsystems verwechselt werden, die oft fälschlicherweise „Selbst-Kalibrierung“ genannt wird, und auch nicht mit der Verifizierung einer Kalibrierung.

[QUELLE: JCGM 200:2012 (VIM) [6]]

3.5

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 [7]]

3.6

zuständige Behörde

Organisation, die die Anforderungen von EU-Richtlinien umsetzt und Einrichtungen, die die Anforderungen der geltenden Europäischen Normen einhalten müssen, beaufsichtigt

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

3.7

zuständige Stelle

Organisation, die der zuständigen Behörde im Mitgliedstaat gegenüber ihre Kompetenz für eine spezifische Aufgabe nachweisen kann

3.8

Erweiterungsfaktor

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

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008 [7]]

3.9

Datenerfassung

prozentualer Anteil der Zeit, in dem die AMS valide Daten erzeugt hat, von der Zeit, für die der aggregierte Wert zu berechnen ist, abzüglich der Zeiträume für regelmäßige Kalibrierung oder übliche Wartung

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

3.10

Nachweisgrenze

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

3.11

gleichwertiges Verfahren

anderes Verfahren als das Referenzverfahren zur Messung eines festgelegten Luftschadstoffes, das die in der betreffenden Luftqualitätsrichtlinie [1] festgelegten Datenqualitätsziele für ortsfeste Messungen einhält

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Gleichwertigkeit wird für festgelegte (regionale) Situationen innerhalb eines Mitgliedstaates anerkannt, darf jedoch auch für Situationen anerkannt werden, die mehr als eine Region oder mehr als einen Mitgliedstaat betreffen.

3.12

erweiterte Messunsicherheit

Wert, 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 begründet zugeordnet werden könnten

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Anteil kann als Abdeckungswahrscheinlichkeit 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, setzt voraus, dass solche Annahmen gerechtfertigt sind.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008 [7]]

3.13

Störkomponente

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

3.14

Grenzwert

Wert, der auf Grundlage 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 [1]]

3.15

Messstation

geschützter Raum im Außenbereich, in dem eine AMS zur Staubmessung so installiert ist, dass ihr Leistungsvermögen und ihre Betriebsweise den vorgegebenen Anforderungen entsprechen

3.16

Parallelmessung

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

3.17

Leistungskenngröße

ein der AMS zugeordneter Parameter zur Festlegung ihres Leistungsvermögens

3.18

Leistungskriterium

einer Leistungskenngröße zugeordneter quantitativer Zahlenwert, dessen Einhaltung geprüft wird

3.19

Kontrollintervall

Zeitspanne, über die die Drift das Leistungskriterium für die Langzeitdrift erfüllt

3.20

PM_x

Schwebstaub in der Luft, der einen größenselektiven Lufteinlass passiert, der bei einem aerodynamischen Durchmesser von $x \mu\text{m}$ eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Per Konvention bietet die genormte größenselektive Ausführung des in EN 12341 vorgeschriebenen Probeneinlasses — betrieben mit den vorgeschriebenen Volumenströmen — die geforderten Kenngrößen, um die relevante Schwebstaubfraktion in der Außenluft zu sammeln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Wirksamkeit der Größenselektivität anderer eingesetzter Lufteinlässe kann möglicherweise einen signifikanten Einfluss auf den Anteil von PM im Bereich der Abscheidegrenze und folglich auf die ermittelte Massenkonzentration von PM_x haben.

3.21

Referenzverfahren

RM

(en: reference method)

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

3.22

Probenluft

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

3.23

Probeneinlass

Einlass zum Probenahmesystem, an dem Außenluft aus der Atmosphäre entnommen wird

3.24

Span

ein Mittel, um eine Reaktion eines Messgeräts zu erzeugen, das ungleich null und geeignet ist, die Empfindlichkeit der AMS zu bewerten

3.25

Standardunsicherheit

Unsicherheit des Messergebnisses, ausgedrückt als Standardabweichung

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008 [7]]

3.26

Umgebungstemperatur

Temperatur der die AMS direkt umgebenden Luft (Temperatur innerhalb der Messstation oder des Labors)

3.27

zeitliche Abdeckung

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

3.28**Eignungsanerkennung**

Entscheidung einer zuständigen Stelle, dass das Baumuster einer AMS den in diesem Dokument festgelegten Anforderungen entspricht

3.29**Eignungsprüfung**

Untersuchung von zwei oder mehr AMS desselben Baumusters, die einer zuständigen Stelle von einem Hersteller für die Prüfung der Leistungsanforderungen zur Verfügung gestellt wurden

3.30**(Mess-)Unsicherheit**

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

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008 [7]]

3.31**Nullluft**

Luft, die Staub in einer Konzentration von $\leq 1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enthält

3.32**Nullniveau**

durchschnittliches Ergebnis einer Reihe von Wiederholungsmessungen der Nullluft

4 Symbole und Abkürzungen

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

a, c	Achsenabschnitt der orthogonalen Regression der Ergebnisse der AMS im Vergleich zu den Ergebnissen des Referenzverfahrens
A	Verfügbarkeit der AMS
b, d	Steigung der orthogonalen Regression der Ergebnisse der AMS im Vergleich zu den Ergebnissen des Referenzverfahrens
k	Erweiterungsfaktor
L	Grenzwert
ΔP	im Zeitintervall Δt ermittelte Druckdifferenz (Dichtigkeitsprüfung)
P_0	Druck bei $t = 0$ (Dichtigkeitsprüfung)
T_s	Umgebungstemperatur (Außenluft)
$T_{s,\text{lab}}$	Umgebungstemperatur im Labor
Δt	für den Druckanstieg benötigtes Zeitintervall (Dichtigkeitsprüfung)
t_{valid}	Zeitabschnitt, in dem valide Daten erfasst wurden (Feldprüfung)
$t_{\text{cal,maint}}$	für planmäßige Kalibrierungen und Wartung aufgewendete Zeit (Feldprüfung)

t_{field}	Gesamtdauer der Feldprüfung
V_L	Volumenleckrate (Dichtigkeitsprüfung)
V_{sys}	geschätztes Gesamtvolumen des Systems (Totvolumen)
u	Standardunsicherheit
u_a	Unsicherheit des Achsenabschnitts der Regressionsgleichung
u_b	Unsicherheit der Steigung der Regressionsgleichung
$u_{\text{bs,AMS}}$	Unsicherheit zwischen Geräten der AMS
$u_{\text{bs,RM}}$	Unsicherheit zwischen Geräten der RM
u_{RM}	zufällige Unsicherheit der Ergebnisse von Referenzverfahren
w	relative Unsicherheit
W	erweiterte relative Unsicherheit
x_i	einzelnes Messergebnis der AMS
y_i	einzelnes Ergebnis der Referenzmessung
AMS	automatische Messeinrichtung
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
QA/QC	Qualitätssicherung/Qualitätslenkung
RM	Referenzverfahren (-methodik)
RSS	Restsumme der Fehlerquadrate

5 Kurzbeschreibung

5.1 Allgemeines

Zur Bestimmung der Massenkonzentration von Staub in der Außenluft kann eine Reihe verschiedener Messverfahren angewendet werden. Diese Europäische Norm ist nicht auf die Anwendung einer speziellen Einrichtung zur kontinuierlichen automatischen Messung begrenzt. Im Allgemeinen (jedoch nicht notwendigerweise) besteht die Messeinrichtung aus:

- a) einem größenselektiven Einlass für PM_{10} oder $PM_{2,5}$ (bei der Anwendung eines optischen Systems zur Größenklassifizierung von Staub ist ein größenselektiver Einlass nicht erforderlich);
- b) einem Probenahmerohr mit einer Länge, die notwendig ist, um die in Literaturhinweis [1] angeführten spezifischen Anforderungen an die Probenahmehöhe zu erfüllen;
- c) einer Messeinheit;
- d) einer Vakuumpumpe;
- e) Durchflussmessgeräten und -reglern;
- f) Temperatur- und Drucksensoren;
- g) Hard- und Software für die Datenerfassung und -speicherung sowie die Berechnung von Messergebnissen.

Hilfseinrichtungen können Folgendes einschließen:

- h) Heizvorrichtungen für Probenahmerohre;
- i) Einrichtungen für die (teilweise) Trocknung der Probenluft;
- j) Feuchtesensoren;
- k) Hardware/Software zur Durchführung von Kompensationsmessungen, d. h. Messungen zum Ausgleich unerwünschter Effekte von Störkomponenten oder von zufälligen Schwankungen bei der Bestimmung der Staubmasse.

5.2 Messprinzipien

Derzeit wird in der routinemäßigen Überwachungspraxis eine Reihe von Messprinzipien angewendet. Beschreibungen der gebräuchlichsten Prinzipien — die jedoch andere Verfahren nicht ausschließen — sind in Anhang A angeführt.

5.3 Eignungsprüfungen

Die Eignungsprüfung einer AMS nach Abschnitt 7 und die nachfolgenden QA/QC- und Verifizierungsverfahren nach Abschnitt 8 belegen, dass die in den betreffenden EU-Richtlinien festgelegten Anforderungen zur Datenqualität erfüllt werden können. Die Eignungsprüfungen müssen von einer zuständigen Stelle durchgeführt werden. Die Eignungsprüfung ist von oder im Auftrag der zuständigen Behörde eines Mitgliedsstaates zu erteilen.

Die Eignungsprüfung beruht auf der Bewertung der Leistungskenngrößen, die auf der Grundlage einer vorgeschriebenen Prüfreihe bestimmt werden. In dieser Europäischen Norm werden Prüfverfahren zur Bestimmung der Istwerte der Leistungskenngrößen von mindestens zwei AMS bei Labor- und Felduntersuchungen (jeweils mit den gleichen AMS) beschrieben. Die Bewertung der Eignungsprüfung einer

AMS schließt die Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Messergebnisse auf der Grundlage der Zahlenwerte der geprüften Leistungskenngrößen und den Vergleich mit einer vorgegebenen maximal zulässigen Unsicherheit ein.

Der entsprechende experimentelle Nachweis ist durch Folgendes zu erbringen:

- a) Eignungsprüfung, die unter Bedingungen der beabsichtigten Verwendung des spezifischen Messverfahrens durchgeführt wird, und
- b) die Berechnung der erweiterten Messunsicherheit der Messergebnisse.

5.4 Tauglichkeitsprüfung

Vor der Inbetriebnahme einer eignungsgeprüften AMS muss die für den Feldbetrieb verantwortliche Stelle deren Eignung für die konkreten Feldbedingungen prüfen. Sind die spezifischen Bedingungen bereits durch die Eignungsprüfung abgedeckt, ist die Tauglichkeitsprüfung nicht erforderlich. Sofern diese Bedingungen nicht durch die Feldprüfungen zur Eignungsprüfung abgedeckt waren, sind für diese spezifischen Feldbedingungen an repräsentativen Orten Tauglichkeitsprüfungen durchzuführen.

5.5 Feldbetrieb und Qualitätslenkung

Nach der Erstinstallation der AMS in der Messstation muss ihr ordnungsgemäßer Betrieb geprüft werden.

Um sicherzustellen, dass die Unsicherheit der nachfolgenden im Feld erhaltenen Messergebnisse den zulässigen Wert einhält, werden entsprechende Anforderungen an die Qualitätssicherung und -lenkung beim Betrieb und bei der Wartung der AMS gestellt.

5.6 Datenverarbeitung und -validierung

Erfahrungen mit bestehenden Verfahren zur Verarbeitung und Validierung von Daten — für gleichartige AMS — haben gezeigt, dass verschiedene angewendete Methoden der Datenverarbeitung und -validierung bei gleichartigen Datensätzen zu signifikanten Unterschieden bei berichteten Ergebnissen führen können [3].

Deshalb werden Anforderungen und Empfehlungen für die Verarbeitung und Validierung von Rohmessdaten der AMS angeführt (siehe Abschnitt 9).

6 Probenahme

6.1 Allgemeines

Die Betriebsbedingungen und die Bauweise der Probenahmeeinrichtung tragen zur Messunsicherheit bei. In den folgenden Unterabschnitten werden Leistungskriterien für die Probenahmeeinrichtung gegeben, um diesen Beitrag zur Messunsicherheit zu minimieren.

ANMERKUNG In Anhang A sind Beispiele für Einrichtungen schematisch dargestellt.

6.2 Probenahmeort

Der Ort für Probenahme und Untersuchung der Außenluft ist nicht festgelegt, da er stark von der charakteristischen Lage einer Messstation abhängt (z. B. Messungen in Verkehrszonen oder Gebieten mit städtischem Hintergrund).

ANMERKUNG Hinweise für die kleinräumige Ortsbestimmung von Probenahmestellen finden sich in Literaturhinweis [1].

6.3 Probeneinlass und Probenahmeleitung

Jede AMS ist mit einem eigenen Probeneinlass und einer eigenen Probenahmeleitung ausgestattet. Die Probeneinlässe können größenselektiv sein, z. B. für PM_{10} oder $PM_{2,5}$, sind jedoch nicht auf diese beschränkt.

ANMERKUNG Beispiele für Ausführungen von größenselektiven Einlässen für PM_{10} oder $PM_{2,5}$ können EN 12341 entnommen werden.

Der Hersteller sollte Angaben zur Ausführung des Probeneinlasses und der Probenahmeleitung machen.

Der Probeneinlass und die Probenahmeleitung müssen aus einem inerten, korrosionsbeständigen, elektrisch leitenden Werkstoff, vorzugsweise nichtrostendem Stahl, anodisiertem Aluminium oder Aluminiumlegierung, hergestellt sein. Der Einlass muss so konstruiert sein, dass kein Regenwasser in die Probenahmeleitung (oder -einrichtung) eindringen kann.

Der Aufbau der Probenahmeleitung muss so sein, dass Depositionsverluste von Staub durch kinetische Prozesse sowie Verluste durch thermische, chemische oder elektrostatische Prozesse auf ein Mindestmaß verringert werden. Der Kontakt der Probenluft mit kalten Oberflächen muss aufgrund der möglichen Bildung von Kondensat vermieden werden. Wird eine Beheizung von Oberflächen verwendet, muss das Gerät im Rahmen der Eignungsprüfung mit der in Betrieb befindlichen Heizeinrichtung geprüft werden.

Die Durchflussgeschwindigkeit in der Probenahmeleitung muss so sein, dass signifikante Verluste an Staub, bedingt durch Diffusion oder turbulente Trägheitsabscheidung (Impaktion), minimiert werden.

6.4 Regelung des Probenvolumenstroms

Der ordnungsgemäße Betrieb der AMS erfordert die Kalibrierung und Regelung des Probenvolumenstroms sowie die Messung von Außenlufttemperatur und -druck.

Der Probenvolumenstrom in die AMS muss innerhalb der Spezifikationen der AMS, wie in Tabelle 1 angegeben, gehalten werden.

6.5 Angabe von Konzentrationen

Die Ergebnisse sind in Masseneinheiten je Volumeneinheit bei Außenluftbedingungen anzugeben. Die für die Umrechnung auf Außenluftbedingungen benötigte Lufttemperatur muss in der Nähe des Probeneinlasses gemessen werden. Der für die Umrechnung benötigte Luftdruck ist aus Vor-Ort-Messungen oder aus Messungen einer repräsentativen meteorologischen Messstelle in der Nähe zu bestimmen.

Wenn meteorologische Daten verwendet werden, ist darauf zu achten, dass diese gegebenenfalls auf die korrekte Höhe der Probenahmestelle umgerechnet werden.

Es ist unbedingt notwendig, dass alle Umrechnungen auf Außenluftbedingungen vom Hersteller klar und eindeutig angegeben werden. Der Hersteller muss dem Prüflabor oder Prüfinstitut mitteilen, ob durch das Gerät selbst intern Korrekturen durchgeführt werden. Wenn keine internen Korrekturen angewendet werden, muss der Hersteller dem Prüflabor oder Prüfinstitut alle Algorithmen, die für die Umrechnung der Messwerte der AMS in die verschiedenen Temperaturen und Drücke benötigt werden, zur Verfügung stellen.