

DIN EN ISO 16911-2

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

ICS 13.040.40

Einsprüche bis 2011-12-24

Entwurf

**Emissionen aus stationären Quellen –
Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des
Volumenstroms in Abgaskanälen –
Teil 2: Kontinuierliche Messverfahren (ISO/DIS 16911-2:2011);
Deutsche Fassung prEN ISO 16911-2:2011**

Stationary source emissions –
Manual and automatic determination of velocity and volumetric flow in ducts –
Part 2: Automated measuring systems (ISO/DIS 16911-2:2011);
German version prEN ISO 16911-2:2011

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-10-24 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an krdl@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an die Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, 40002 Düsseldorf, Postfach 10 11 39 (Hausanschrift: VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 56 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16911-2:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) in Zusammenarbeit mit dem Unterkomitee SC 1 „Stationary source emissions“ des Technischen Komitees ISO/TC 146 „Air quality“ erarbeitet. An der Erstellung dieser Norm waren deutsche Experten des Fachbereichs IV „Umweltmesstechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL – beteiligt.

Emissionen aus stationären Quellen — Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumenstroms in Abgaskanälen — Teil 2: Kontinuierliche Messverfahren (ISO/DIS 16911-2:2011)

Stationary source emissions — Manual and automatic determination of velocity and volumetric flow in ducts — Part 2: Automated measuring systems (ISO/DIS 16911-2:2011)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	9
4.1 Symbole	9
4.2 Abkürzungen	11
5 Grundlagen.....	11
5.1 Bedeutung der Verringerung systematischer Messabweichungen	12
5.2 Verhältnis zu EN 14181	12
6 QAL-1-Ansatz	13
6.1 Leistungskriterien.....	13
6.2 Volumenstrom-Referenzmaterial	14
6.3 QAL1-Berechnung	14
6.4 Geschwindigkeits-Kontrollpunkte und QAL3	15
7 Einbauort der automatischen Messeinrichtung (AMS).....	15
7.1 Auf der Grundlage einer Voruntersuchung	15
7.2 Auf der Grundlage eines vorhersagbaren Volumenstromprofils	16
7.3 Qualifizierung der AMS-Kalibrierung durch ein erweitertes QAL2-Verfahren	16
7.4 Messöffnungen und Messbühnen.....	16
8 Voruntersuchung	17
8.1 Voruntersuchung durch Messung	17
8.2 Voruntersuchung durch numerische Strömungsmechanik.....	18
8.3 Anleitung zur Auswahl der automatischen Messeinrichtung	19
8.4 QAL2-Anforderungen	19
9 Kalibrierung und Validierung der AMS (QAL2 und AST).....	20
9.1 Allgemeines.....	20
9.2 Funktionsprüfungen.....	20
9.3 Vergleichsmessungen mit einem SRM.....	21
9.4 Datenauswertung.....	22
9.5 Kalibrierfunktion der AMS und deren Gültigkeit	22
9.6 Berechnung der Variabilität.....	23
9.7 Prüfung der Variabilität und AST-Prüfung der Gültigkeit der Kalibrierfunktion	23
9.8 Prüfung von R^2	23
9.9 QAL2- und AST-Bericht.....	24
10 Inbetriebnahme-Dokumentation.....	24
11 Fortlaufende Qualitätssicherung während des Betriebs (QAL 3).....	24
12 Beurteilung der Messunsicherheit bezüglich des Volumenstroms	24
Anhang A (informativ) Beispiel für die Berechnung der Kalibrierfunktion (Daten aus Prüfreihe in Kopenhagen und Wilhelmshaven)	25
Anhang B (informativ) Merkmale von Volumenstromprofilen	33
Anhang C (normativ) Bestimmung von Messpunkten und/oder -pfaden.....	37
Anhang D (normativ) Behandlung einer polynomischen Kalibrierfunktion.....	41

Anhang E (normativ) $k_V(N)$- und $t_{0,95(N-1)}$-Werte	42
Anhang F (normativ) Beispiel für eine Voruntersuchungs-Messung	43
Anhang G (informativ) Probleme der numerischen Volumenstrommechanik	49
Anhang H (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Internationalen Norm und den grundlegenden Anforderungen von EU-Richtlinien	53
Literaturhinweise	54

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16911-2:2011) wurde vom Technischen Komitee "Luftbeschaffenheit", dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC „Air quality“ erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

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-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang H, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

EN ISO 16911 besteht unter dem allgemeinen Titel *Emissionen aus stationären Quellen — Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumenstroms in Abgaskanälen* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: *Manuelles Referenzverfahren;*
- Teil 2: *Kontinuierliche Messverfahren.*

Einleitung

Der vorliegende Teil der EN ISO 16911 beschreibt die Qualitätssicherungsverfahren für automatische Messeinrichtungen (AMS, en: Automated Measuring Systems) zur Bestimmung des Volumenstroms von Abgas, um die durch viele Vorschriften, z. B. die Entscheidung der Kommission vom 18. Juli 2007 [4], festgelegten Anforderungen an die Messunsicherheit von Messwerten zu erfüllen.

Die Kalibrierung und Validierung von automatischen Volumenstrom--Messeinrichtungen erfolgen durch Vergleichsmessungen mit dem manuellen Referenzverfahren, das in dieser Norm, Teil 1, EN ISO 16911-1, beschrieben ist.

Der Zweck dieser Norm besteht darin, den Einsatz von Volumenstromüberwachung in Übereinstimmung mit den EU-Richtlinien 2000/76/EG [1], 2001/80/EG [2] und 2010/75/EU [5] mit einer verringerten Messunsicherheit sicherzustellen.

Diese Norm dient ferner dazu, eine Volumenstromüberwachung sicherzustellen, deren Gesamtmessunsicherheit kleiner oder gleich derjenigen ist, die in der Entscheidung der Kommission vom 18 Juli 2007 [4] festgelegt wurde, sowie Richtlinien für die Überwachung und Meldung von Treibhausgas-Emissionen entsprechend der Richtlinie 2003/87/EG [3] festzulegen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der EN ISO 16911 beschreibt spezifische Anforderungen an automatische Messeinrichtungen zur Volumenstromüberwachung. Er wurde teilweise aus der EN 14181 abgeleitet, die das allgemeine Dokument zur Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen darstellt und zusammen mit diesem Dokument anwendbar ist.

Dieser Teil der EN ISO 16911 legt Bedingungen und Kriterien für die Auswahl, Montage, Inbetriebnahme und Kalibrierung von automatischen Messeinrichtungen (AMS) fest, die zum Bestimmen des Volumenstroms aus einer Quelle in kanalgeführten Gasströmen dient. Dieser Teil der EN ISO 16911 gilt durch Korrelation mit dem in Teil 1 dieser Norm, EN ISO 16911-1, beschriebenen manuellen Referenzverfahren.

Dieser Teil der EN ISO 16911 wurde hauptsächlich für die Emissionsüberwachung von Müllverbrennungsanlagen und Großfeuerungsanlagen entwickelt. Aus technischer Sicht kann er auf andere Prozesse angewendet werden, bei denen eine Messung des Volumenstroms mit definierter und minimierter Messunsicherheit erforderlich ist.

2 Normative Verweisungen

Dieser Teil der EN ISO 16911 bezieht über datierte oder undatierte Verweisung Festlegungen von anderen Publikationen mit ein. Diese normativen Verweisungen sind an entsprechender Stelle im Text zitiert und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gelten die nachfolgenden Änderungen oder Überarbeitungen dieser Norm nur dann, wenn sie durch eine Änderung oder Überarbeitung in die Norm einbezogen waren. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

EN ISO 16911-1, *Emissionen aus stationären Quellen — Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumenstroms in Abgaskanälen — Teil 1: Manuelles Referenzverfahren*

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

EN 15267-3, *Luftbeschaffenheit — Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen — Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen*

EN 14181:2004, *Emissionen aus stationären Quellen — Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen*

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

EN 15259, *Luftbeschaffenheit — Messung von Emissionen aus stationären Quellen — Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die Begriffe nach EN 14181 und die folgenden Begriffe.

3.1
automatische Volumenstrom-Messeinrichtung (AMS)
Messeinrichtung, die ständig an der Anlage zwecks kontinuierlicher Überwachung des Volumenstroms installiert ist

ANMERKUNG 1 Eine automatische Messeinrichtung ist eine Überwachungstechnologie, die auf ein Referenzverfahren rückverfolgbar ist.

ANMERKUNG 2 Eine automatische Messeinrichtung ist ein vollständiges System zum Messen des Volumenstroms und umfasst die Einrichtungen, die zur Durchführung regelmäßiger Funktionsprüfungen erforderlich sind.

3.2

Querempfindlichkeit

Reaktion der AMS auf Einflussgrößen, die nicht der Volumenstrom sind, z. B. durch das Vorhandensein von Feinstaub, Änderungen in der Gaszusammensetzung oder der Abgastemperatur verursacht

ANMERKUNG Bei den EU-Richtlinien [5] und [1] ist es der Tagesemissionswert, der hinsichtlich der Anforderung an die Messunsicherheit relevant ist.

3.3

Linearität (Lack-of-fit)

systematische Abweichung innerhalb des Anwendungsbereiches der Messeinrichtung zwischen dem anerkannten Wert eines Volumenstrom-Referenzmaterials, das der Messeinrichtung aufgegeben wird, und dem entsprechenden Messergebnis, dass von der AMS erzeugt wird

ANMERKUNG In Anhang B von EN 15267-3 wird die Linearitäts-Prüfung beschrieben.

3.4

Nachweisgrenze

minimaler Wert der Messgröße, für den sich die Messeinrichtung mit einer festgelegten Wahrscheinlichkeit nicht im Grundzustand befindet

ANMERKUNG Der Grundzustand ist üblicherweise die Nullpunktanzeige oder das vom Messgerät gemessene Minimum.

3.5

Dauer des unbeaufsichtigten Betriebs

maximale Zeitspanne, in der die Werte der Leistungskenngrößen innerhalb eines vorgegebenen Bereiches bleiben, ohne dass es einer externen Wartung bedarf, z. B. Nachfüllung, Kalibrierung, Justierung

3.6

Vergleichpräzision unter Feldbedingungen

Maß der gegenseitigen Annäherung zwischen zwei Messungen in Feldprüfungen bei einem Vertrauensniveau von 95 %, angegeben als die Standardabweichung der Differenz von Vergleichsmessungen [EN 15267-3]:

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_{2i})^2}{2n}} \quad (1)$$

Dabei ist

x_{1i} das i -te Messergebnis von Messgerät 1;

x_{2i} das i -te Messergebnis von Messgerät 2;

n die Anzahl der Vergleichsmessungen.

Die absolute Vergleichpräzision im Feld ($r_{f,abs}$) wird berechnet nach:

$$R_{f,abs} = t_{n-1; 0,05} \times S_D \quad (2)$$

Dabei ist

$t_{n-1, 0,05}$ der zweiseitige Student-t-Faktor bei einem Vertrauensniveau von 0,05, mit $n - 1$ Freiheitsgraden.

3.7

Standardreferenzmessverfahren (SRM)

Verfahren, das zur Bestimmung eines Luftbeschaffenheitsmerkmals beschrieben und standardisiert wurde, und das kurzzeitig an der Anlage zu Überprüfungs Zwecken eingesetzt wird

ANMERKUNG Für die Anwendung dieses Teils der EN ISO 16911 ist das manuelle Referenzverfahren in EN ISO 16911-1 beschrieben.

3.8

Volumenstrom-Referenzmaterial

Ersatzparameter für den Volumenstrom zur Prüfung der AMS-Leistung

ANMERKUNG Ein Ersatzparameter für den Volumenstrom ist üblicherweise der direkt vom Gerät gemessene Parameter, z. B. Druck, Laufzeit, Temperatur, Wärmeabgabe oder Frequenz.

3.9

unterer Referenzpunkt

Ausgabe des Messgeräts als Antwort auf eine intern generierte Funktion, die ein definiertes Maß des gemessenen Volumenstroms bei oder in der Nähe des geringsten Volumenstroms repräsentieren soll, die die Einrichtung mit einer gegebenen Messunsicherheit messen kann

3.10

oberer Referenzpunkt

die Ausgabe des Messgeräts als Antwort auf eine intern generierte Funktion, die ein definiertes Maß der gemessenen Volumenstroms bei oder in der Nähe des größten Volumenstroms repräsentieren soll, die die Einrichtung in einer gegebenen Installation messen kann

3.11

Strömungsprofil

repräsentiert durch zwei Diagramme, in denen die Gasgeschwindigkeit [m/s] in axialer Richtung entlang einer Linie durch den Abgaskanal dargestellt ist, die durch den Schwerpunkt des Abgaskanals verläuft, sowie einer Linie rechtwinklig zur ersten Linie

3.12

Crestfaktor

oder Spitzenwert-Mittelwert-Verhältnis ist ein Maß eines Strömungsprofils, berechnet aus dem gemessenen Spitzenwert des Profils dividiert durch den Mittelwert des Profils im primären und sekundären Messpfad

ANMERKUNG 1 Wenn die Messung nach Teil 1 dieser Norm und EN 15259 durchgeführt wird, repräsentiert jede Messung denselben Strömungsquerschnitt im Abgaskanal, und der Teiler des Crestfaktors kann aus einem einfachen Mittelwert der einzelnen Messungen berechnet werden.

ANMERKUNG 2 Der Crestfaktor ist für beide Strömungsprofile zu berechnen, den primären und sekundären Messpfad, die im rechten Winkel zueinander liegen.

3.13

Schiefe

ein Maß der Asymmetrie und definiert als die gesamte Strömung auf der linken Seite von der Mitte des Abgaskanals dividiert durch die gesamte Strömung auf der rechten Seite von der Mitte des Abgaskanals oder die Umkehrfunktion davon, je nach dem welcher Wert größer als 1,00 ist

ANMERKUNG 1 Wenn die Messung nach Teil 1 dieser Norm und EN 15259 durchgeführt wird, repräsentiert jede Messung denselben Strömungsquerschnitt im Abgaskanal, und die Schiefe kann aus einem einfachen Mittelwert der einzelnen Messungen berechnet werden, wobei eine mögliche Messung in der Mitte des Abgaskanals nicht berücksichtigt wird.

ANMERKUNG 2 Die Schiefe ist für beide Strömungsprofile zu berechnen, rechtwinklig zueinander.

3.14

Drall

auch als zyklonische Strömung bezeichnet, ist die tangentielle Komponente des Gasgeschwindigkeitsvektors

3.15

Zertifizierungsbereich

Bereich, über den das Volumenstrommessgerät nach EN 15267-3 und der vorliegenden Norm geprüft wurde

ANMERKUNG Der Zertifizierungsbereich beginnt üblicherweise bei Null, wenn das Messgerät Null anzeigt, oder beim unteren Referenzpunkt, wenn das Messgerät Null nicht anzeigt.

3.16

primärer Messpfad

eine Linie durch den Abgaskanal, wo nach Anhang C, C.3 und C.4, die zu schätzende Höchstgeschwindigkeit zu erwarten ist

3.17

sekundärer Messpfad

eine Linie durch den Abgaskanal, rechtwinklig zum primären Messpfad, entsprechend Anhang C, C.6 und C.7

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

a	Achsenabschnitt der Kalibrierfunktion
$\hat{a}$	bester Schätzwert von a
b	Steigung der Kalibrierfunktion
$\hat{b}$	bester Schätzwert von b
c	Konzentration, Wert des Referenzmaterials
D_i	Differenz zwischen den gemessenen SRM-Werten y_i und den Werten $\hat{y}_i$ der kalibrierten AMS
D_{AVG}	Mittelwert von D_i
D	Anpassungsbetrag, um den die AMS bei Feststellung einer Drift korrigiert werden muss
d_t	Differenz zwischen der aktuellen Geräteanzeige der AMS und dem Referenzwert
d_{t-1}	Differenz zwischen dem vorherigen Messsignal der AMS und dem Referenzwert
ELV	Emissionsgrenzwert
h_s	Prüfwert zur Erkennung einer Abnahme der Präzision
h_x	Prüfwert zur Erkennung einer Drift
k_s	Konstante zur Berechnung der vorläufigen Summe für die Standardabweichung
k_v	Prüfwert für die Variabilität (basierend auf einem χ^2 -Test, mit einem β -Wert von 50 % und einer Anzahl N von Messwertepaaren)
k_x	Konstante zur Berechnung der vorläufigen Summe der positiven und negativen Differenzen und zur Berechnung der erforderlichen Korrektur der AMS
L_{AVG}	der gewichtete Mittelwert der Geschwindigkeit über die linke Hälfte des Durchmessers in der Diagrammzeichnung

$L_{12} \%$	die an einem Punkt bei 12 % des Durchmessers von der Schachtwand in der linken Seite der Diagrammzeichnung gemessene Geschwindigkeit
n	Anzahl der Wertepaare der Vergleichsmessungen
P	Prozentwert
R_{AVG}	der gewichtete Mittelwert der Geschwindigkeit über die rechte Hälfte des Durchmessers in der Diagrammzeichnung
$R_{12} \%$	die an einem Punkt bei 12 % des Durchmessers von der Schachtwand in der rechten Seite der Diagrammzeichnung gemessene Geschwindigkeit
R^2	Bestimmtheitsmaß aus einer linearen Regression
$R_{f.abs}$	absolute Reproduzierbarkeit
s_p	vorläufige normierte Summe der Standardabweichungen der AMS (QAL3)
s_t	vorläufige normierte Summe der Standardabweichungen der AMS zum Zeitpunkt t (QAL3)
s_{t-1}	vorläufige normierte Summe der Standardabweichungen der AMS zum Zeitpunkt $t-1$ (QAL3)
s_D	Standardabweichung der Differenzen D_i der Vergleichsmessungen
$t_{n-1; 0,95}$	zweiseitiger Student-t-Faktor bei einem Vertrauensniveau von 95 % mit $n-1$ Freiheitsgraden
$t_{n-1; 0,05}$	zweiseitiger Student-t-Faktor bei einem Vertrauensniveau von 0,05 mit $n-1$ Freiheitsgraden
u_c	kombinierte Standardmessunsicherheit
u_{inst}	Unsicherheit auf Grund von Instabilität (angegeben als Standardabweichung)
u_{temp}	Unsicherheit auf Grund von Temperatureinflüssen (angegeben als Standardabweichung)
u_{pres}	Unsicherheit auf Grund von Druckeinflüssen (angegeben als Standardabweichung)
u_{volt}	Unsicherheit auf Grund von Einflüssen der elektrischen Spannung (angegeben als Standardabweichung)
u_{others}	jede andere Unsicherheit, die die Geräteanzeige bei Aufgabe von Referenzmaterial am Null- und Referenzpunkt beeinflussen kann (angegeben als Standardabweichung)
V_{PEAK}	der über einen Durchmesser gemessene Maximalwert der Geschwindigkeit
V_{AVG}	der über einen Durchmesser gewichtete Mittelwert der Geschwindigkeit
x	unter AMS-Messbedingungen ermitteltes Messsignal der AMS
x_i	unter AMS-Messbedingungen ermitteltes i -tes Messsignal der AMS
x_{AVG}	Mittelwert der Messsignale x_i der AMS
x_{1i}	das i -te Messergebnis von Messgerät 1
x_{2i}	das i -te Messergebnis von Messgerät 2
x_t	Bezugswert zum Zeitpunkt t (QAL3)
y	mit dem Standardreferenzmessverfahren (SRM) ermitteltes Ergebnis

y_{AVG}	Mittelwert der SRM-Werte y_i
$y_{i,s}$	SRM-Wert y_i unter Normbedingungen
$y_{s,min}$	kleinster SRM-Wert unter Normbedingungen
$y_{s,max}$	größter SRM-Wert unter Normbedingungen
y_{cal}	bester Schätzwert des „wahren Wertes“, der mit Hilfe der Kalibrierfunktion aus dem Messsignal x der AMS berechnet wird
s_{AMS}	in QAL3 verwendete Standardabweichung der AMS
α	Signifikanzniveau
ε_i	Abweichung zwischen y_i und dem Erwartungswert
σ_0	aus Anforderungen der Gesetzgebung abgeleitete Messunsicherheit

4.2 Abkürzungen

AMS	automatische Messeinrichtung
AST	jährliche Funktionsprüfung nach EN 14181
ELV	Emissionsgrenzwert
SRM	Standardreferenzmessverfahren
QA	Qualitätssicherung
QAL1	Qualitätssicherungsstufe 1 nach EN 14181
QAL2	Qualitätssicherungsstufe 2 nach EN 14181
QAL3	Qualitätssicherungsstufe 3 nach EN 14181

5 Grundlagen

Um die sehr geringe Messunsicherheit zu erreichen, die von den relevanten EU-Richtlinien und der Entscheidung der EU-Kommission gefordert wird, liegt der Schwerpunkt der Norm auf der systematischen Messabweichung.

Um die hohe Genauigkeit zu erreichen, sieht die Norm drei unterschiedliche Vorgehensweisen vor:

- die ordnungsgemäße Installation mit Hilfe einer Voruntersuchung sicherstellen;
- sicherstellen, dass ein vollständig ausgebildetes Strömungsprofil vorhanden ist, siehe 7.2;
- die korrekte Messung mit Hilfe einer vollständigen Qualitätssicherungsstufe 2 (QAL2) nach EN 14181 sichern.

Wenn eine Voruntersuchung durchgeführt wurde, darf die daran anschließende QAL2 und AST verringert werden, siehe 9.3.

Die Norm führt außerdem einige zusätzliche Anforderungen an die Typprüfung nach EN 15267-3 ein, siehe 6.

5.1 Bedeutung der Verringerung systematischer Messabweichungen

Die Messunsicherheiten, die im oben genannten Dokument, der Entscheidung der Kommission vom 18. Juli 2007 [4], in Unterabschnitt 2.1.3 gefordert werden, hängen von der „Ebene“ der Anlage ab und müssen für Ebene 1 unter 10 %, für Ebene 2 unter 7,5 %, für Ebene 3 unter 5 % und für Ebene 4 unter 2,5 % liegen.

Diese Messunsicherheiten umfassen sowohl die Messunsicherheit für die Überwachung der Konzentration als auch für die Überwachung des Volumenstroms und stellen die Unsicherheiten der jährlichen Massenemission dar.

Die Unsicherheit für jegliche Messung setzt sich aus den Messunsicherheiten zusammen, die aus zufälligen Abweichungen und systematischen Abweichungen stammen.

Da die Komponente der zufälligen Messabweichung durch wiederholte Messungen verringert werden kann und der Faktor, um den sie verringert wird nach dem allgemeinen Unsicherheitsfortpflanzungsgesetz die Quadratwurzel der Anzahl der Messungen ist, ist die Komponente der zufälligen Messabweichung des jährlichen Mittelwerts vernachlässigbar. Der Jahresdurchschnitt setzt sich (idealerweise) aus bis zu 17 520 halbstündigen Mittelwerten zusammen und in diesem Fall wird die Messunsicherheit, die aus der Komponente der zufälligen Messabweichung resultiert, die von dem einzelnen halbstündigen Mittelwert übertragen wird, um einen Faktor von etwa 132 verringert.

Die systematische Messabweichung wird durch wiederholte Messungen jedoch überhaupt nicht reduziert.

Bei der Volumenüberwachung stammen die systematischen Messabweichungen aus einer Reihe von Quellen, z. B. Veränderungen der Strömungsprofile unter den Anlagenbetriebsbedingungen, die durch die Kalibrierfunktion nicht abgedeckt sind, oder Änderungen im Überwachungssystem, die durch Verunreinigung, Blockierung von Öffnungen, Drift in der Elektronik und allgemeine Abnutzung verursacht sind.

Die Norm zielt daher auf eine Verringerung der systematischen Messabweichung jeder einzelnen Messung.

Um zu beurteilen, ob sich das Strömungsprofil unter verschiedenen Anlagenbetriebsbedingungen verändert, ist besonders eine Voruntersuchungs-Prüfung empfehlenswert, und diese Prüfung dient zur Auswahl und Konfiguration der automatischen Messeinrichtung (AMS).

5.2 Verhältnis zu EN 14181

Die vorliegende Internationale Norm gilt in Verbindung mit dem allgemeinen Dokument zur Qualitätssicherung von automatischen Messeinrichtungen, beschrieben in EN 14181, und gibt spezielle Hinweise für Volumenstrommessungen.

Diese Norm folgt nach Möglichkeit dem Aufbau von EN 14181, unter dem Vorbehalt, dass der Emissionsgrenzwert (ELV) und die Unsicherheitsgrenze, die bei der Volumenstromüberwachung als ein Vertrauensbereich von 95 % festgelegt ist, in keiner EU-Richtlinie angegeben sind. Da diese Daten durch das in EN 14181 vorgeschriebene Verfahren erforderlich sind, werden in dieser Norm Vorschläge für Ersatzwerte unterbreitet.

Wenn eine Voruntersuchung durchgeführt wurde, wird die Anzahl der für eine Kalibrierung erforderlichen Doppelbestimmungs-Messpunkte verringert.

Es wurde ein alternatives Kalibrierverfahren ergänzt (Verfahren D), bei dem lineare Regression verwendet und die Regressionsgerade durch den Nullpunkt gezwungen wird.

6 QAL-1-Ansatz

Nach EN 14181 und EN 15267 muss die Einrichtung zur Volumenstromüberwachung aus sämtlichen Teilen bestehen, die notwendig sind, damit das Volumenstrommessgerät innerhalb einer festgelegten Messunsicherheit funktioniert. Zu diesen Komponenten zählen unter anderem die erforderlichen Spülluftsysteme und Hilfseinrichtungen zur Steuerung des kontinuierlichen Betriebs innerhalb der vorgeschriebenen Messunsicherheit.

Die entsprechenden Leistungskenngrößen der AMS müssen vom Hersteller und/oder seinem europäischen Bevollmächtigten durch geeignete Prüfungen nach den entsprechenden Europäischen Normen dokumentiert sein.

Diese Prüfungen werden normalerweise im Rahmen von Zertifizierungs- oder Eignungsprüfungen nach EN 15267 durchgeführt, und die zur Anlage gelieferte AMS muss dieselben Eigenschaften aufweisen, wie die geprüften Einrichtungen. Die Prüfungen umfassen eine separate Laborprüfung und eine dreimonatige Feldprüfung in einer typischen Anwendung.

Der Prüfbericht muss die nach EN 14181 und EN ISO 14956 berechnete Gesamtunsicherheit der AMS enthalten.

6.1 Leistungskriterien

Die Anforderungen an die Prüfergebnisse sind aus EN 15267-3 entwickelt und nachstehend in den Tabellen 1 und 2 angegeben.

Tabelle 1 — AMS-Leistungskriterien in Laborprüfungen

Leistungskenngröße	Leistungskriterium
Einstellzeit	≤ 60 s
Wiederholstandardabweichung bei der definierten kleinsten Geschwindigkeit	$\leq 2,0$ % ^a
Wiederholstandardabweichung bei der definierten höchsten Geschwindigkeit	$\leq 2,0$ % ^a
Lack-of-fit	$\leq 3,0$ % ^a
Einfluss der Umgebungstemperatur am unteren Referenzpunkt bei Änderung der Temperatur vom Sollwert 20 °C in einem festgelegten Bereich	$\leq 5,0$ % ^a
Einfluss der Umgebungstemperatur am oberen Referenzpunkt bei Änderung der Temperatur vom Sollwert 20 °C in einem festgelegten Bereich	$\leq 5,0$ % ^a
Einfluss der Netzspannung bei +15 % und bei –10 % vom Sollwert der Versorgungsspannung	$\leq 2,0$ % ^a
Einfluss von Schwingung	$\leq 2,0$ % ^a
Beurteilung des QAL3-Kontrollvermögens	Bestanden
Beurteilung des Linearitäts-Kontrollvermögens	Bestanden
^a Prozentwert bezogen auf die obere Grenze des Zertifizierungsbereiches.	

Ebenso wie EN 15267-3 vom Hersteller fordert, die QAL3-Funktionalität zu beschreiben, und vom Prüflaboratorium, die QAL3-Funktionalität zu beurteilen, fordert die vorliegende Norm vom Hersteller zu beschreiben und vom Prüflaboratorium zu beurteilen, inwieweit die AMS als Teil der Funktionsprüfung auf Linearität geprüft werden kann.

Wenn von einem Prüflaboratorium eine andere Prüfung als die Linearitätsprüfung beurteilt und zertifiziert wird, genügt diese Prüfung als Funktionsprüfung.

Der Hersteller muss jegliche Einflussparameter deklarieren und quantifizieren, die die Messunsicherheit des Messgerätes beeinflussen können, z. B. Gastemperatur, Änderung der spezifischen Masse und/oder der spezifischen Wärmekapazität, der Gaszusammensetzung, des Gasdrucks sowie jegliche Ausgleichsverfahren.

Es sind Störfestigkeitsprüfungen durchzuführen und die Empfindlichkeitskoeffizienten sind nach EN 15267-3 zu berechnen und anzugeben.

Tabelle 2 — AMS-Leistungskriterien in Feldprüfungen

Leistungskenngröße	Leistungskriterium
Korrelationskoeffizient der Kalibrierfunktion, R^2	$\geq 0,90$
Einstellzeit	≤ 60 s
Wartungsintervall	≥ 8 Tage
Drift des unteren Referenzpunktes innerhalb des Wartungsintervalls	≤ 2 % ^a
Drift des oberen Referenzpunktes innerhalb des Wartungsintervalls	≤ 4 % ^a
Verfügbarkeit	≥ 95 %
Vergleichpräzision, R_f	$\leq 3,3$ %
^a Prozentwert bezogen auf die obere Grenze des Zertifizierungsbereiches.	

Unter Verwendung von Prüfergebnissen des Typprüfungszertifikats nach EN 15267-3 und EN ISO 14956 ist die für die Volumenstrom-AMS ermittelte gesamte zufällige Messunsicherheit der Ergebnisse zu berechnen und anzugeben.

6.2 Volumenstrom-Referenzmaterial

Die meisten Volumenstrom-Monitore messen einen Parameter, bei dem es sich nicht direkt um die Strömung handelt; sie messen z. B. den Differenzdruck, den Wärmeverlust oder die Ultraschall-Laufzeit, wobei zum Prüfen dieser Parameter ein Volumenstrom-Referenzmaterial oder –verfahren verwendet wird.

Der Teil des Monitors, der nicht durch ein Referenzmaterial oder –verfahren geprüft wird, muss mit Hilfe eines Verfahrens geprüft werden, das vom Hersteller zu beschreiben und während der Eignungsanerkennung zu beurteilen und zu dokumentieren ist.

Das Prüflaboratorium muss beurteilen, ob das zur Prüfung der AMS-Funktionalität vorgesehene Volumenstrom-Referenzverfahren alle oder möglichst viele Funktionen der automatischen Messeinrichtung mit einem reproduzierbaren Referenzwert und einer festgelegten Messunsicherheit in Frage stellt, siehe Tabelle 1 und 2.

6.3 QAL1-Berechnung

Die automatische Messeinrichtung ist nach EN 15267-3 und den zusätzlichen Anforderungen in dieser Norm zuzulassen und zu zertifizieren.

Die Gerätekonfiguration ist durch das Prüflaboratorium während der Typprüfung zu überprüfen und die Überprüfung muss die geometrische Konfiguration umfassen, einschließlich der Querschnittsfläche des Abgaskanals und jeglicher Bezugsgrößen mit einem Einfluss auf das Ergebnis der Volumenstromüberwachung, z. B. Änderungen im Strömungsprofil, Änderungen der Temperatur, Änderungen des Drucks, Änderungen in der Gaszusammensetzung und Verunreinigung.

All diese Einflüsse sind mit einer kombinierten erweiterten Messunsicherheit von 2 % des Zertifizierungsbereiches oder besser zu schätzen, berechnet entsprechend der Beschreibung in EN ISO 14956.

ANMERKUNG Wenn eine Ein-Punkt-AMS gewählt wurde, muss die mit der Änderung im Strömungsprofil verbundene Beurteilung der QAL1-Messunsicherheit sehr sorgfältig erfolgen.

6.4 Geschwindigkeits-Kontrollpunkte und QAL3

Nach EN 15267-3 muss der Hersteller eine Beschreibung der von der AMS angewandten Methodik zur Verfügung stellen, um zu bestimmen, ob sie nach Spezifikationen arbeitet. Das geschieht mit AMS-Kontrollen (automatische oder manuelle interne Nullpunkt-Kontrolle, oder definierter Punkt der minimalen Geschwindigkeit und Höchstgeschwindigkeits-Punkte) in Kombination mit einem zusätzlichen Verfahren, falls die Messgeräte-Kontrollen nicht die gesamte Messkette hinterfragen.

Das Prüflaboratorium muss beurteilen, ob der Mechanismus zur Bestimmung der internen Referenzpunkte, d. h. des Nullpunktes oder der unteren und oberen Geschwindigkeits-Referenzpunkte, so umfassend ist, wie es für die angewandte Messtechnik zweckmäßig erscheint. Die interne Kontrolle in Kombination mit einem Verfahren muss in der Lage sein, die Funktionsstörungen des Messgerätes einschließlich der durch Verunreinigung und interne Driften verursachten Probleme herauszufinden.

Der Hersteller muss in der Betriebsanleitung detaillierte Angaben zum Verfahren machen, das beschreibt, wie die korrekte Funktionsweise der Teile der Messung sicherzustellen ist, die nicht durch die Kontrollen der internen Referenzpunkte geprüft wurden.

Die QAL3-Prüfung muss aus den Kontrollen der Referenzpunkte und gegebenenfalls den Ergebnissen des Inspektionsverfahrens bestehen.

7 Einbauort der automatischen Messeinrichtung (AMS)

Die axiale Position der AMS am Abgaskanal (normalerweise vertikal) sowie deren Position am Umfang des Abgaskanals können einen signifikanten Einfluss auf die Leistung der automatischen Messeinrichtung haben.

Es wird dringend empfohlen, eine Voruntersuchung wie in Abschnitt 8 beschrieben durchzuführen, um die Strömung zu charakterisieren, sodass die AMS an einem solchen Ort angebracht werden kann, an dem Änderungen im Strömungsprofil die Leistung der AMS nicht nachteilig beeinflussen.

Die Voruntersuchung ermöglicht dem Betreiber außerdem, zu bestimmen, ob eine Punkt-, Linien- oder Netzmessung die Anforderungen an die Messunsicherheit in dieser Norm erfüllen wird, siehe Tabelle 2.

ANMERKUNG 1 Die EU-Richtlinie 2010/75/EU [5] besagt in Artikel 38, Abschnitt 3 und in Artikel 48, Abschnitt 3: „Die zuständige Behörde legt die Probenahme- oder Messstellen für die Überwachung von Emissionen fest“.

Dieser Abschnitt soll als eine Richtlinie für den Betreiber dienen, um ihn in die Lage zu versetzen, eine Entscheidung nach den Regeln der Technik zu treffen.

ANMERKUNG 2 Wenn zwei AMS eingesetzt werden und sie intrusiv funktionieren, müssen sie so montiert sein, dass sie sich nicht gegenseitig stören.

7.1 Auf der Grundlage einer Voruntersuchung

Eine Voruntersuchung ist nach 8 durchzuführen.

Der Ort muss so gewählt sein, dass eine repräsentative Messung erfolgt und außerdem der Einfluss von Änderungen im Strömungsprofil auf die Unsicherheit der Volumenstrommessung minimiert wird.

Der vorgeschlagene Ort und der/die Messpfad(e) sind auf der Grundlage der aufgezeichneten Änderung im Strömungsprofil zu bestimmen, quantifiziert unter Verwendung des Crestfaktors und der Schiefe des Strömungsprofils, wie in Anhang F beschrieben.

Der Installateur muss die AMS-Messstelle ferner in Übereinstimmung mit den Anweisungen des Herstellers auswählen oder nach Beratung mit dem Bevollmächtigten des Herstellers. Dem Betreiber wird empfohlen, Verbindung mit der zuständigen Behörde aufzunehmen, um sicherzustellen, dass diese Messstelle deren Genehmigung erhält.

ANMERKUNG Falls die QAL2-Prüfung nicht bestanden wurde, ist ein repräsentativerer Messpfad zu berücksichtigen, siehe Anhang C.