

DIN EN 13284-1

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

ICS 13.040.40

Ersatz für
DIN EN 13284-1:2002-04

**Emissionen aus stationären Quellen –
Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen
Staubkonzentrationen –
Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren;
Deutsche Fassung EN 13284-1:2017**

Stationary source emissions –
Determination of low range mass concentration of dust –
Part 1: Manual gravimetric method;
German version EN 13284-1:2017

Émissions de sources fixes –
Détermination de faibles concentrations en masse de poussières –
Partie 1: Méthode gravimétrique manuelle;
Version allemande EN 13284-1:2017

Gesamtumfang 70 Seiten

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

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 13284-1 wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe WG 5 „Gesamtstaub bei niedrigen Konzentrationen (Emission)“ (Sekretariat: DIN, Deutschland; Obmannschaft: BSI, Vereinigtes Königreich) des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: Deutschland) unter Mitwirkung deutscher Experten, die von der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss – benannt worden sind, erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 134-04-01-09 UA „Staubmessung in strömenden Gasen“ in der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss.

Für die in den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen und Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen und Dokumente hingewiesen:

ISO 5725-2 siehe DIN ISO 5725-2

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13284-1:2002-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 3: die Begriffe wurden an EN 15259 angepasst;
- b) Abschnitt 4: ein Abschnitt mit Symbolen und Abkürzungen wurde hinzugefügt. Die nachfolgenden Abschnitte wurden entsprechend neu nummeriert;
- c) Abschnitt 5: eine Anforderung an die erweiterte Unsicherheit der Messergebnisse wurden hinzugefügt;
- d) Abschnitt 6: der Inhalt wurde an EN 15259 angepasst; durch EN 15259 abgedeckte Absätze wurden gestrichen und durch Verweisungen auf EN 15259 ersetzt;
- e) Abschnitt 6.1: die konkreten Anforderungen an die Planung von Staubmessungen wurden aus dem ursprünglichen Abschnitt 8.1 an diese Stelle verschoben;
- f) Abschnitt 7.1: es wurden Anforderungen hinzugefügt, dass die Geräte für die punktförmige Geschwindigkeitsmessung zur Einstellung isokinetischer Bedingungen die Anforderungen der EN ISO 16911-1 einhalten müssen; wenn die Staubkonzentration für trockenes Abgas und Normbedingungen angegeben wird und/oder die Konzentrationen auf einen Bezugssauerstoffgehalt zu beziehen sind, müssen die notwendigen Messeinrichtungen die Anforderungen der anzuwendenden Normen einhalten;
- g) Abschnitt 7.2.2.3: eine Übersicht über Filtermaterialien und deren Vorteile und Einsatzgrenzen wurde hinzugefügt;
- h) Abschnitt 7.2.6: Anforderungen an Geräte zur Messung des Gasvolumens wurden hinzugefügt;
- i) Abschnitt 7.3: die Anforderungen an die Qualität des gereinigten Wassers und des Acetons wurden erhöht;
- j) Abschnitt 8.2: die normativen Anforderungen des ursprünglichen Abschnitts 9 an die Vorbehandlung vor der Probenahme wurden an diese Stelle verschoben;

- k) Abschnitt 8.4: die normativen Anforderungen des ursprünglichen Abschnitts 9 an die Behandlung zu wägender Teile nach der Probenahme wurden an diese Stelle verschoben; die Behandlung nach der Probenahme bei einer alternativen per Konvention festgelegten Temperatur wurde hinzugefügt;
- l) Abschnitt 8.5: die Behandlung der Spülflüssigkeiten nach der Probenahme bei einer abweichenden per Konvention festgelegten Temperatur wurde hinzugefügt;
- m) Abschnitt 9.2: die Handhabung der Filter wird detaillierter beschrieben;
- n) Abschnitt 9.3: die notwendigen Voruntersuchungen werden detaillierter beschrieben;
- o) Abschnitt 9.4: die Durchführung der Dichtheitsprüfung wird detaillierter beschrieben; die Dichtheitsprüfung wird jetzt vor jeder Einzelmessung gefordert anstelle einer Prüfung einmal täglich zu Beginn der Messreihe;
- p) Abschnitt 9.5: die Beschreibung der Probenahme wurde auf Basis der seit der Veröffentlichung der ersten Ausgabe der Norm gewonnenen Erfahrungen verbessert;
- q) Abschnitt 9.7: das Verfahren zur Ermittlung des Feldblindwerts und die Anforderung an den höchstzulässigen Wert wurden hinzugefügt;
- r) Abschnitt 11: die allgemeinen Bestandteile des Messberichts wurden gestrichen und durch eine Verweisung auf EN 15259 ersetzt;
- s) Anhänge: die ursprünglichen Anhänge A, B, C und D wurden gestrichen, da sie durch EN 15259 abgedeckt sind;
- t) Anhang A: die in Feldtests ermittelten Verfahrenskenngrößen wurden aus dem Hauptteil in diesen Anhang verschoben;
- u) Anhang B: ein neuer Anhang zur Darstellung des Einflusses des isokinetischen Verhältnisses auf die Repräsentativität der gesammelten Partikel wurde hinzugefügt;
- v) Anhang C: ein Beispiel für eine erprobte Schwanenhalssonde wurde hinzugefügt;
- w) Anhang G: ein Beispiel zur Ermittlung der Unsicherheit der mit dem Verfahren ermittelten Messwerte wurde hinzugefügt;
- x) Anhang H: der informative Text aus dem ursprünglichen Abschnitt 9 wurde in diesen informativen Anhang verschoben;
- y) Anhang I: ein informativer Anhang mit den signifikanten technischen Änderungen wurde hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13284-1: 2002-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens (ISO 5725-2:1994 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2002)*

Deutsche Fassung

Emissionen aus stationären Quellen —
Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen
Staubkonzentrationen —
Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren

Stationary source emissions —
Determination of low range mass concentration
of dust —
Part 1: Manual gravimetric method

Émissions de sources fixes —
Détermination de faibles concentrations en masse de
poussières —
Partie 1: Méthode gravimétrique manuelle

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. September 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	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	9
4.1 Symbole	9
4.2 Abkürzungen	10
5 Kurzbeschreibung des Verfahrens	10
6 Messplanung und Probenahmestrategie	11
6.1 Messplanung	11
6.2 Probenahmestrategie	12
6.2.1 Allgemeines	12
6.2.2 Messstrecke und Messquerschnitt	12
6.2.3 Mindestanzahl und Lage der Messpunkte	12
6.2.4 Messöffnungen und Messbühne	12
7 Zubehör und Materialien	13
7.1 Geräte zur Messung von Gasgeschwindigkeit, Temperatur, Druck und Gaszusammensetzung	13
7.2 Geräte für die Probenahme	13
7.2.1 Probenahmeeinrichtung	13
7.2.2 Filtergerät	14
7.2.3 Entnahmesonde	18
7.2.4 Absaugrohr für Out-Stack-Filtergeräte	19
7.2.5 Absaugaggregat	19
7.2.6 Geräte zur Messung des Gasvolumens	19
7.3 Betriebsmittel zur Erfassung der Staubablagerungen	21
7.4 Geräte zur Vorbehandlung und Wägung	21
8 Wägeverfahren	21
8.1 Allgemeines	21
8.2 Vorbehandlung vor der Probenahme	21
8.3 Wägung	22
8.4 Behandlung zu wägender Teile nach der Probenahme	22
8.5 Behandlung der Spüllösungen nach der Probenahme	23
8.6 Verbesserung des Wägeverfahrens	23
9 Probenahmeverfahren	24
9.1 Vorbereitung	24
9.2 Handhabung der Filter	24
9.3 Voruntersuchungen	25
9.4 Dichtheitsprüfung	25
9.5 Probenahme	26
9.6 Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter	27
9.6.1 Allgemeines	27
9.6.2 Spülverfahren	28
9.7 Feldblindprobe	28

10	Berechnungen.....	29
10.1	Volumenstrom bei der Probenahme.....	29
10.2	Staubkonzentration.....	29
11	Messbericht	30
Anhang A (informativ) Bei der Verfahrensvalidierung ermittelte Verfahrenskenngrößen.....		32
A.1	Allgemeines	32
A.2	Experimentelle Daten	33
A.3	Kommentare	34
Anhang B (informativ) Einfluss des isokinetischen Verhältnisses auf die Repräsentativität der gesammelten Partikel.....		35
Anhang C (informativ) Erprobte Entnahmesonden.....		39
Anhang D (informativ) Zusammenfassung der Anforderungen		42
Anhang E (normativ) Probenvolumen, Probenvolumenstrom und Probenahmedauer.....		43
E.1	Allgemeines	43
E.2	Wägeunsicherheiten	43
E.3	Probenahmenvolumen	43
E.4	Probenvolumenstrom und Probenahmedauer	43
Anhang F (informativ) Beispiele für systematische Messabweichungen bei der Wägung.....		44
F.1	Allgemeines	44
F.2	Einfluss eines unzureichenden Temperaturgleichgewichts	44
F.3	Einfluss von Temperaturänderungen.....	44
F.4	Einfluss von Luftdruckänderungen	44
F.5	Schlussfolgerungen.....	45
Anhang G (informativ) Ermittlung der Messunsicherheit.....		46
G.1	Allgemeines	46
G.2	Grundlagen zur Bestimmung der Unsicherheitsbeiträge von Messgrößen	46
G.2.1	Allgemeines	46
G.2.2	Unsicherheitsbeitrag der Kalibrierung.....	46
G.2.3	Unsicherheitsbeitrag der Drift.....	47
G.2.4	Unsicherheitsbeitrag der Auflösung der Anzeige.....	47
G.3	Kombination der Unsicherheitsbeiträge der einzelnen Messgrößen.....	48
G.3.1	Vorgehensweise	48
G.3.2	Angabe der Methodenmodellgleichung	50
G.3.3	Schrittweise Berechnung der einzelnen Unsicherheitsbeiträge	50
G.4	Effektive Anzahl der Freiheitsgrade.....	61
Anhang H (informativ) Thermisches Verhalten von Stäuben.....		63
Anhang I (informativ) Signifikante technische Änderungen.....		64
Literaturhinweise.....		66

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13284-1:2017) 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 Mai 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2018 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 EN 13284-1:2001.

Dieses Dokument ist Teil 1 der Normenreihe EN 13284:

- EN 13284-1, *Emissionen aus stationären Quellen — Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen — Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren*
- EN 13284-2, *Emissionen aus stationären Quellen — Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen — Teil 2: Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen*

Anhang I enthält Details der signifikanten technischen Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe.

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

Diese Europäische Norm legt das Standardreferenzverfahren (SRM) zur Messung geringer Staubkonzentrationen in geführten Gasströmen im Konzentrationsbereich unterhalb von 50 mg/m³ bei Normbedingungen fest.

Diese Europäische Norm wurde in erster Linie zur Untersuchung der Abgasströme von Abfallverbrennungsanlagen entwickelt und validiert. Darüber hinaus kann sie auch auf Abgase von anderen stationären Quellen und bei höheren Konzentrationen angewandt werden.

Falls die Abgase instabile, reaktive oder halbflüchtige Stoffe enthalten, hängt die Messung von den Bedingungen der Probenahme und Filterbehandlung ab.

Dieses Verfahren wurde in Feldversuchen insbesondere für den Konzentrationsbereich um 5 mg/m³ validiert. Die Ergebnisse der Feldversuche sind in Anhang A dargestellt.

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 15259:2007, *Luftbeschaffenheit — Messung von Emissionen aus stationären Quellen — Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Staub

Partikel jeder Form, Struktur oder Dichte, die bei den lokalen Probenahmebedingungen in der Gasphase dispergiert sind und unter festgelegten Bedingungen bei repräsentativer Probenahme des zu untersuchenden Gases durch die Filtration gesammelt werden und sich vor dem Filter ablagern und sich nach dem Trocknen unter festgelegten Bedingungen auf dem Filter befinden

3.2

Filtrationstemperatur

Temperatur des Probengases direkt hinter dem Filter

3.3

In-Stack-Filtration

Filtration im Abgaskanal mit dem Filter im Filtergehäuse stromabwärts direkt hinter der Entnahmesonde

3.4

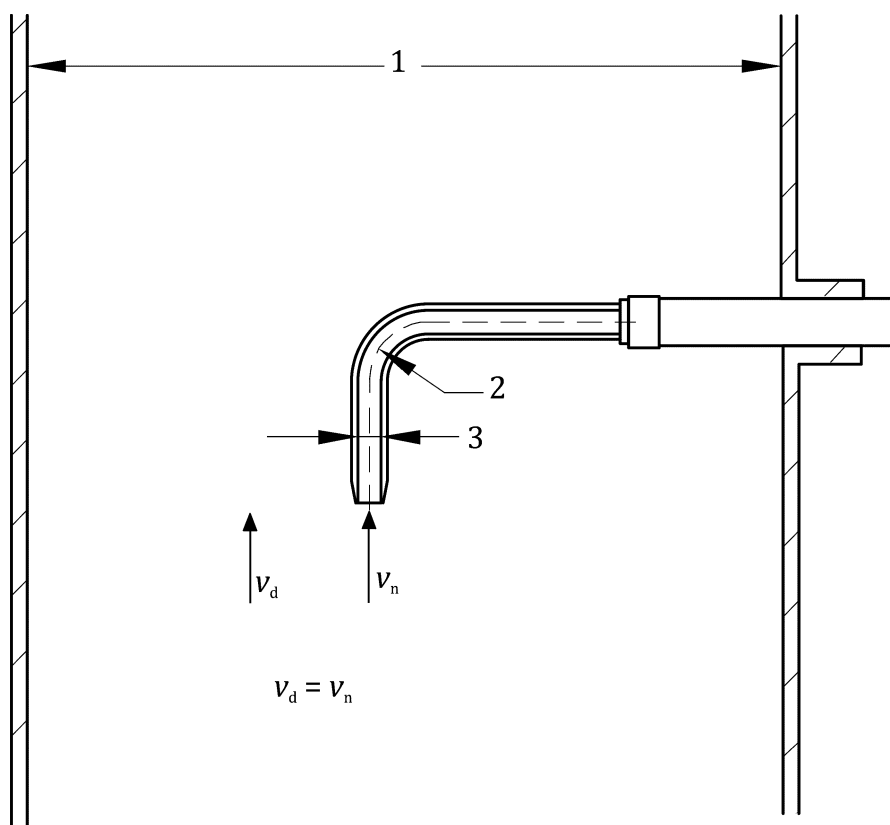
Out-Stack-Filtration

Filtration außerhalb des Abgaskanals mit dem Filter im geheizten Filtergehäuse stromabwärts hinter der Entnahmesonde und dem Absaugrohr

3.5 isokinetische Probenahme
Probenahme mit einem Volumenstrom, bei dem die Geschwindigkeit v_n und die Strömungsrichtung des Gases, das in die Entnahmesonde eintritt, gleich der Geschwindigkeit v_d und der Strömungsrichtung des Gases im Abgaskanal am Messpunkt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Bild 1 zeigt ein Schema der isokinetischen Probenahme.

Anmerkung 2 zum Begriff: Anhang B zeigt den Einfluss des isokinetischen Verhältnisses auf die Repräsentativität der gesammelten Partikel.



Legende

- 1 Abgaskanal
- 2 Radius des Bogens (mindestens $1,5 d_p$)
- 3 Innendurchmesser d_p des Absaugrohrs

Bild 1 — Isokinetische Probenahme

3.6 isokinetisches Verhältnis
Verhältnis der Geschwindigkeiten v_n/v_d in Prozent als Kenngröße für die Abweichung von der isokinetischen Probenahme

3.7

hydraulischer Durchmesser

d_h

Quotient aus der vierfachen Fläche A und dem Umfang P des Messquerschnitts

$$d_h = \frac{4 \times A}{P} \quad (1)$$

[QUELLE: EN 15259:2007]

3.8

Messquerschnitt

zur Mittelachse des Abgaskanals senkrechte Fläche am Ort der Probenahme

[QUELLE: EN 15259:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Messquerschnitt wird auch als Probenahmeebene bezeichnet.

3.9

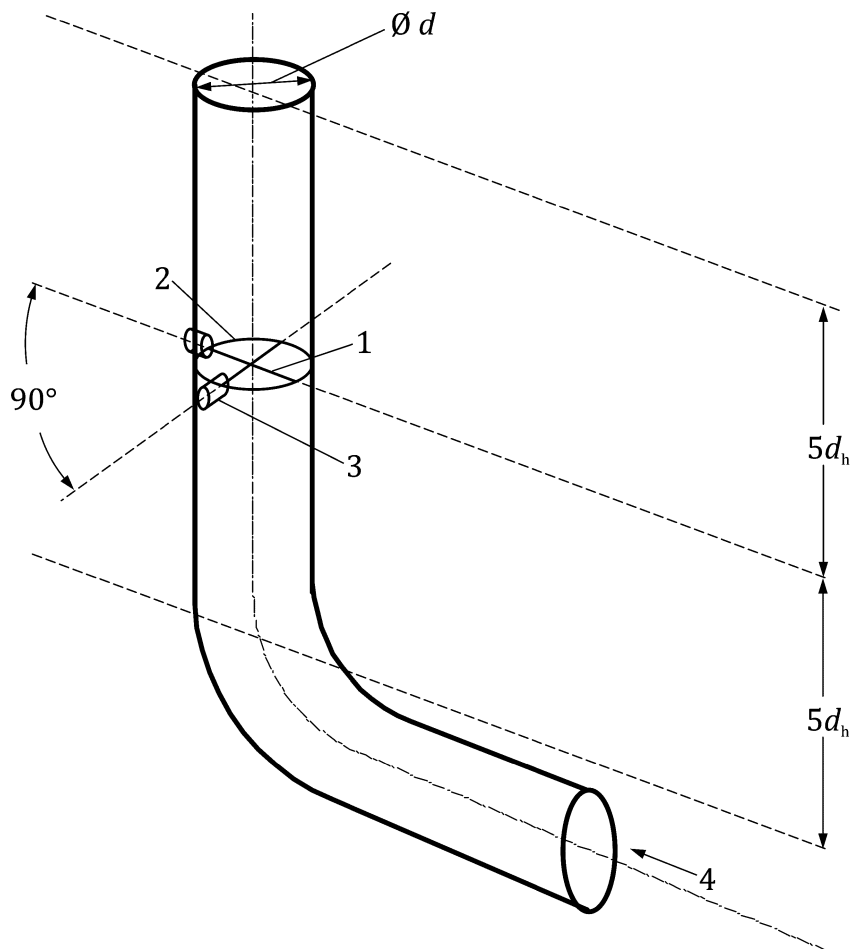
Messachse

durch die Innenwand des Abgaskanals begrenzte Linie im Messquerschnitt, auf der die Messpunkte liegen

[QUELLE: EN 15259:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messachse wird auch als Probenahmeachse bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bild 2 zeigt eine Darstellung von Definitionen bezogen auf einen runden Abgaskanal.



Legende

- 1 Messachse
- 2 Messquerschnitt
- 3 Messöffnung
- 4 Strömungsrichtung

Bild 2 — Darstellung von Definitionen bezogen auf einen runden Abgaskanal

3.10

Messpunkt

Stelle im Messquerschnitt, an der der Teilvolumenstrom entnommen wird oder an der Messdaten direkt gewonnen werden

[QUELLE: EN 15259:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Messpunkt wird auch als Probenahmepunkt bezeichnet.

3.11

Messöffnung

Öffnung im Abgaskanal in der Verlängerung der Messachse, durch die das Abgas erreicht werden kann

[QUELLE: EN 15259:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messöffnung wird auch als Probenahmeöffnung oder Zugangsöffnung bezeichnet.

3.12

Normbedingungen

Bezugswerte für ein trockenes Abgas bei einem Druck von 101,3 kPa und einer Temperatur von 273,15 K

3.13

Feldblindprobe

Probe, die nach dem Feldblindprobenverfahren erhalten wird

3.14

Feldblindprobenverfahren

Verfahren zur Sicherstellung, dass während der einzelnen Schritte der Messung keine signifikanten Kontaminationen aufgetreten sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies beinhaltet beispielsweise die Vorbereitung der Geräte im Labor, den Transport und den Einsatz im Feld sowie die anschließenden analytischen Arbeiten im Labor.

3.15

Feldblindwert

Ergebnis einer Messung, die an der Anlage und im Labor nach dem Feldblindprobenverfahren durchgeführt wird

3.16

Wägekontrolle

Verfahren zur Bestimmung/Korrektur scheinbarer Wägeunterschiede aufgrund von möglichen Änderungen der Wägebedingungen vor und nach der Probenahme

3.17

Messreihe

aufeinanderfolgende Messungen, die im selben Messquerschnitt und unter denselben Betriebsbedingungen des industriellen Prozesses durchgeführt werden

3.18

Emissionsgrenzwert

ELV

(en: emission limit value)

Grenzwert, der in rechtlichen Regelungen wie EU-Richtlinien, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften, Genehmigungen oder Zulassungen festgelegt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Emissionsgrenzwert kann als Konzentrationsbegrenzung auf der Basis von Halbstunden-, Stunden- oder Tagesmittelwerten oder als Massenstrombegrenzung auf der Basis von Stunden-, Tages-, Monats- oder Jahresmittelwerten angegeben werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn die Untersuchungen nicht der behördlichen Überwachung dienen, wird der Messwert mit einem festgelegten Referenzwert verglichen.

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

4.1 Symbole

A	Fläche des Messquerschnitts
c	Staubkonzentration
d	Durchmesser des Abgaskanals
d_h	hydraulischer Durchmesser

d_n	Innendurchmesser der Entnahmesonde
d_p	Innendurchmesser des Absaugrohrs
f_c	Korrekturfaktor
h_a	Feuchtegehalt des Gases unter den tatsächlichen Bedingungen als Volumenkonzentration, in Prozent
h_m	Feuchtegehalt des Gases bei der Messung als Volumenkonzentration, in Prozent
m	Gesamtmasse des vor dem Filter (Spülung) und auf dem Filter gesammelten Staubs
o_m	im Abgaskanal gemessene Sauerstoff-Volumenkonzentration des trockenen Abgases, in Prozent
o_{ref}	Bezugswert für die Sauerstoff-Volumenkonzentration des trockenen Abgases, in Prozent
P	Umfang des Messquerschnitts
p_a	absoluter Druck des Gases unter den tatsächlichen Bedingungen im Abgaskanal
p_m	absoluter Druck des Gases bei der Messung am Volumenmessgerät
Q_a	Teilvolumenstrom unter den tatsächlichen Bedingungen im Abgaskanal
Q_m	gemessener Teilvolumenstrom unter den Bedingungen am Volumenmessgerät
T_a	Temperatur des Gases unter den tatsächlichen Bedingungen im Abgaskanal, in Kelvin
T_m	Temperatur des Gases bei der Messung am Volumenmessgerät, in Kelvin
V	Probenvolumen
v_d	Gasgeschwindigkeit im Abgaskanal am Messpunkt
v_n	Gasgeschwindigkeit in der Entnahmesonde

4.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

ELV	Emissionsgrenzwert
PTFE	Polytetrafluorethylen

5 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Ein Teilvolumenstrom des Abgases wird dem Hauptvolumenstrom an repräsentativen Messpunkten für eine zu messende Dauer entnommen, wobei die Teilstromentnahme unter isokinetischen Bedingungen erfolgt und das entnommene Volumen gemessen wird. Der im Probengas enthaltene Staub wird auf einem zuvor gewogenen Planfilter abgeschieden, das anschließend getrocknet und wiederum gewogen wird. Staubablagerungen in der Probenahmeeinrichtung vor dem Filter werden ebenfalls gesammelt und gewogen. Die Massenzunahme des Filters und die Massenablagerungen vor dem Filter werden dem Staub im Probengas zugeschrieben. Dies erlaubt die Berechnung der Staubkonzentration.

Zwei verschiedene Anordnungen von Probenahmeeinrichtungen dürfen je nach den Eigenschaften des Probengases verwendet werden (siehe 7.2.2).

Gültige Messungen können nur erzielt werden, wenn:

- a) der Gasstrom im Abgaskanal am Messplatz (Probenahmestelle) ein ausreichend stabiles Geschwindigkeitsprofil besitzt (siehe EN 15259);
- b) die Probenahme mit einer in den Gasstrom gerichteten scharfkantigen Entnahmesonde unter isokinetischen Bedingungen ohne Störung des Gasstroms durchgeführt wird;
- c) die Proben an einer zuvor bestimmten Anzahl von festgelegten Punkten im Messquerschnitt entnommen werden, um inhomogene Staubverteilungen im Abgaskanal zu berücksichtigen;
- d) die Probenahmeeinrichtung so gestaltet ist und betrieben wird, dass Kondensation und chemische Reaktionen sowie Undichtigkeiten vermieden und Staubablagerungen vor dem Filter minimiert werden;
- e) die Probenahme bei einer geeigneten Filtrationstemperatur, z. B. der Abgastemperatur oder mindestens der empfohlenen Temperatur von 160 °C, durchgeführt wird (siehe Anhang H);
- f) Staubablagerungen vor dem Filter berücksichtigt werden;
- g) der Feldblindwert 10 % des für den Anlagenbetrieb festgelegten niedrigsten Grenzwerts oder 0,5 mg/m³ nicht überschreitet, wobei der jeweils größere Wert anzuwenden ist;
- h) die Probenahme- und Wägeverfahren den zu erwartenden Staubmengen angepasst werden;
- i) die mittels Unsicherheitsbudget berechnete erweiterte Unsicherheit die in der Messaufgabe festgelegte Anforderung nicht überschreitet. Bei Messungen für behördliche Zwecke darf die erweiterte Unsicherheit 20 % des von den Behörden festgelegten Emissionsgrenzwerts nicht überschreiten, soweit die zuständige Behörde keine andere Festlegung getroffen hat.

ANMERKUNG Die Richtlinie über Industrieemissionen (IED) legt beispielsweise eine maximal zulässige Unsicherheit von 30 % des Emissionsgrenzwerts (ELV) für den Tagesmittelwert für automatische Staubmesseinrichtungen fest. Dies erfordert eine geringere erweiterte Unsicherheit des SRM bei der Kalibrierung solcher Messeinrichtungen.

Anhang D zeigt eine Zusammenfassung der Anforderungen für die Anwendung dieses Messverfahrens.

6 Messplanung und Probenahmestrategie

6.1 Messplanung

Emissionsmessungen an einer Anlage sind so durchzuführen, dass die Ergebnisse für die Emissionen dieser Anlage und für die in der Messaufgabe festgelegten Betriebsbedingungen repräsentativ und mit Ergebnissen, die an vergleichbaren Anlagen ermittelt wurden, vergleichbar sind. Daher müssen Staubmessungen in Übereinstimmung mit EN 15259 geplant werden.

Bevor Messungen durchgeführt werden, müssen der Zweck der Probenahme und das Probenahmeverfahren mit dem zuständigen Personal der Anlage besprochen werden. Der Betriebszustand der Anlage, beispielsweise kontinuierlicher oder zyklischer Anlagenbetrieb, kann den Ablauf der Probenahme beeinflussen. Falls der Anlagenbetrieb kontinuierlich erfolgen kann, ist es wichtig, diesen Zustand während der Probenahme beizubehalten.

Datum, Beginn, Dauer der Untersuchung und Probenahmezeiten sowie die Betriebszustände der Anlage während dieser Zeiten müssen mit dem Anlagenbetreiber abgestimmt werden.

Auf der Basis der zu erwartenden Staubkonzentrationen sind Vorberechnungen zur Überprüfung durchzuführen, ob die erwarteten Staubkonzentrationen mit den erreichbaren Feldblindwerten vereinbar sind und keine Überladung der Filter auftritt (siehe Anhang E).

Für eine Probenahmedauer von bis zu 30 min, die bei bestimmten Prüfungen oder aufgrund von Vorschriften gefordert wird, kann die Messunsicherheit aufgrund des begrenzten Probenvolumens zunehmen. Weiterhin kann die Probenahme auf zwei Messachsen innerhalb von 30 min, auch bei Abgaskanälen mittlerer Größe, die gleichzeitige Probenahme mit zwei oder mehr Probenahmeeinrichtungen erfordern.

Falls möglich, kann die Probenahmedauer verlängert werden, was die Bestimmungsgrenze verringert und die Messunsicherheit verbessert (siehe Anhang E). Die Probenahmedauer sollte so gewählt werden, dass der Einfluss nichtstationärer Bedingungen der stationären Quelle minimiert wird.

Unter Berücksichtigung der Messaufgabe und der Eigenschaften des zu untersuchenden Abgases hat der Anwender zwischen einem In-Stack- oder einem Out-Stack-Filtergerät zu wählen. Falls das Abgas Tröpfchen enthält, müssen Out-Stack-Filtergeräte verwendet werden.

Es ist eine Feldblindprobe zu ermitteln (siehe 9.7).

Falls an der Anlage keine geeignete Probenahmestelle vorhanden ist und/oder die Messungen während eines nichtstationären Betriebszustands der Anlage durchgeführt wurden, was zu einer Erhöhung der Messunsicherheit führt, muss dies im Messbericht angegeben werden.

6.2 Probenahmestrategie

6.2.1 Allgemeines

Die Probenahme erfordert eine geeignete Messstrecke und einen geeigneten Messquerschnitt.

Der Messquerschnitt muss einfach über geeignete Messöffnungen und eine sichere Messbühne erreichbar sein (siehe EN 15259).

Die Probenahme muss an einer ausreichenden Anzahl von Messpunkten, deren Lage im Messquerschnitt nach EN 15259 festzulegen ist, durchgeführt werden.

6.2.2 Messstrecke und Messquerschnitt

Die Messstrecke und der Messquerschnitt müssen die Anforderungen der EN 15259 einhalten.

6.2.3 Mindestanzahl und Lage der Messpunkte

Die Messungen sind als Netzmessungen durchzuführen.

Die Abmessungen des Messquerschnitts bestimmen die Mindestanzahl der Messpunkte. Diese Anzahl steigt bei größeren Abmessungen des Abgaskanals.

EN 15259 legt die Mindestanzahl der zu verwendenden Messpunkte und deren Lage im Messquerschnitt für runde und rechteckige Abgaskanäle fest. Die Anzahl der Messpunkte und deren Lage im Messquerschnitt sind nach EN 15259 auszuwählen.

6.2.4 Messöffnungen und Messbühne

Zum Erreichen der nach EN 15259 ausgewählten Messpunkte sind Messöffnungen vorzusehen.

Beispiele für geeignete Messöffnungen sind in EN 15259 dargestellt.

Aus Sicherheitsgründen und aus praktischen Gesichtspunkten muss die Messbühne die Anforderungen der EN 15259 erfüllen.

7 Zubehör und Materialien

7.1 Geräte zur Messung von Gasgeschwindigkeit, Temperatur, Druck und Gaszusammensetzung

Die Geräte zur punktförmigen Messung der Gasgeschwindigkeit im Rahmen der Einstellung isokinetischer Bedingungen müssen die Anforderungen in EN ISO 16911-1 einhalten.

Wenn die Staubkonzentration für trockenes Abgas und Normbedingungen angegeben wird und/oder die Konzentrationen auf einen Bezugssauerstoffgehalt zu beziehen sind, müssen die notwendigen Messeinrichtungen die Anforderungen der anzuwendenden Normen einhalten.

7.2 Geräte für die Probenahme

7.2.1 Probenahmeeinrichtung

Die Probenahmeeinrichtung besteht grundsätzlich aus folgenden Teilen:

- a) Filtergerät, bestehend aus Filtergehäuse und Filter;
- b) Entnahmesonde;
- c) Absaugrohr für Out-Stack-Filtergeräte;
- d) Gaspumpe;
- e) Einrichtung zur Messung des Probegasvolumens einschließlich Einrichtungen zur Kühlung und Trocknung sowie zur Einstellung der isokinetischen Probenahmebedingungen.

Alle Teile der Probenahmeeinrichtung, die mit dem Probegas in Berührung kommen, sind aus korrosionsbeständigem und, falls notwendig, aus hitzebeständigem Material zu fertigen, beispielsweise nichtrostender Stahl, Titan, Quarzglas oder Glas.

Wenn eine weitere Analyse des gesammelten Staubs notwendig ist, sollten alle Teile, die mit dem Probegas in Kontakt kommen, sowie das Filter so gestaltet sein, dass Kontaminationen vermieden werden.

Die Oberflächen der Teile vor dem Filter müssen glatt und die Anzahl der Verbindungen so gering wie möglich sein.

Änderungen des Innendurchmessers müssen glatt und fließend erfolgen. Sie dürfen nicht stufenförmig sein.

Die Probenahmeeinrichtung muss so gefertigt sein, dass die Reinigung der inneren Teile vor dem Filter so einfach wie möglich ist.

Alle Teile der Probenahmeeinrichtung, die in Kontakt mit der Probe kommen, müssen vor Kontamination beispielsweise beim Transport und bei der Lagerung geschützt sein.

7.2.2 Filtergerät

7.2.2.1 Allgemeines

Das Filtergerät besteht aus dem Filtergehäuse und dem Filter.

Das Filtergerät befindet sich entweder im Abgaskanal (In-Stack-Filtration) oder außerhalb des Abgaskanals (Out-Stack-Filtration):

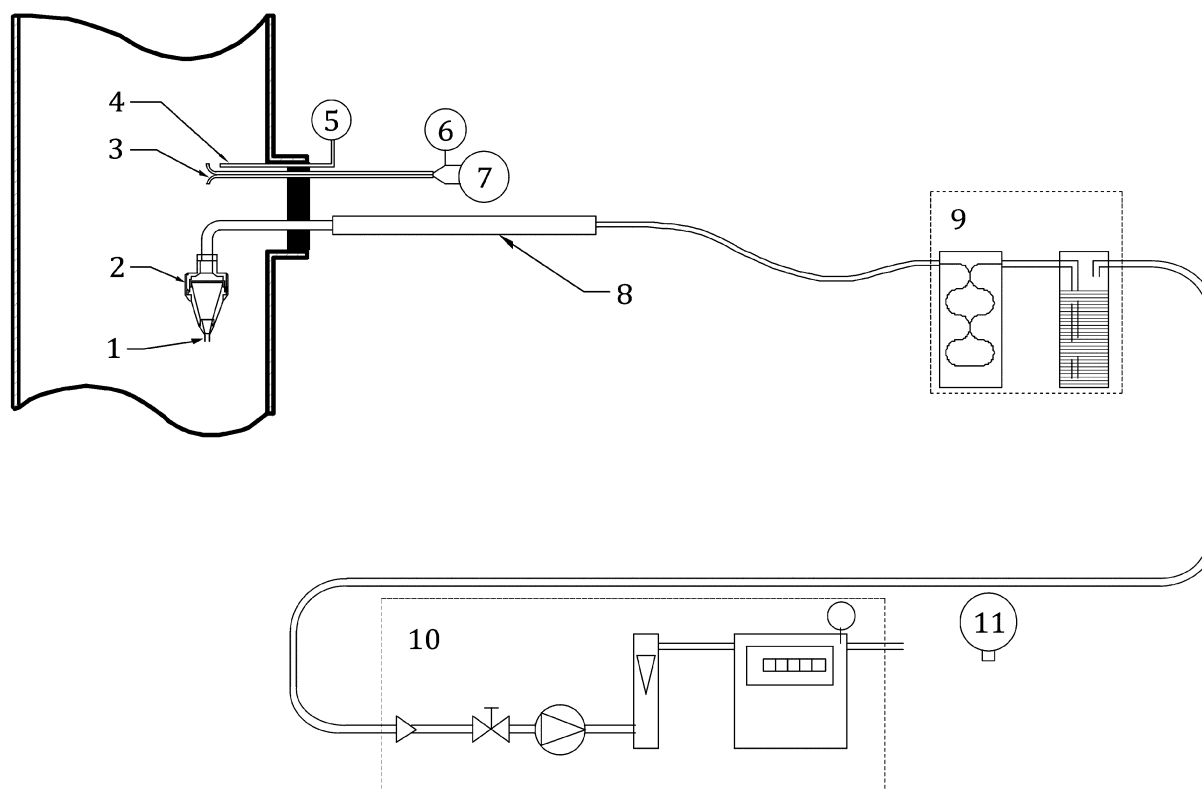
a) In-Stack-Filtergeräte (siehe Bild 3):

Das Rohr zwischen Entnahmesonde und Filter sollte sehr kurz sein, wodurch Staubablagerungen vor dem Filter minimiert werden. Wegen der gebräuchlichen Abmessungen der Messöffnungen in Abgaskanälen ist der Filterdurchmesser typischerweise auf 50 mm begrenzt, wobei der Teilvolumenstrom etwa 1 m³/h bis 3 m³/h beträgt. Da die Filtrationstemperatur im Allgemeinen der Gastemperatur im Abgaskanal entspricht, kann das Filter verstopfen, wenn Wassertropfen im Gas enthalten sind.

Um die verschiedenen Messpunkte im Abgaskanal zu erreichen, wird hinter dem Filtergehäuse ein gasdichtes, festes Rohr (Stützrohr) geeigneter Länge zur mechanischen Unterstützung des Filtergeräts verwendet.

b) Out-Stack-Filtergeräte (siehe Bild 4):

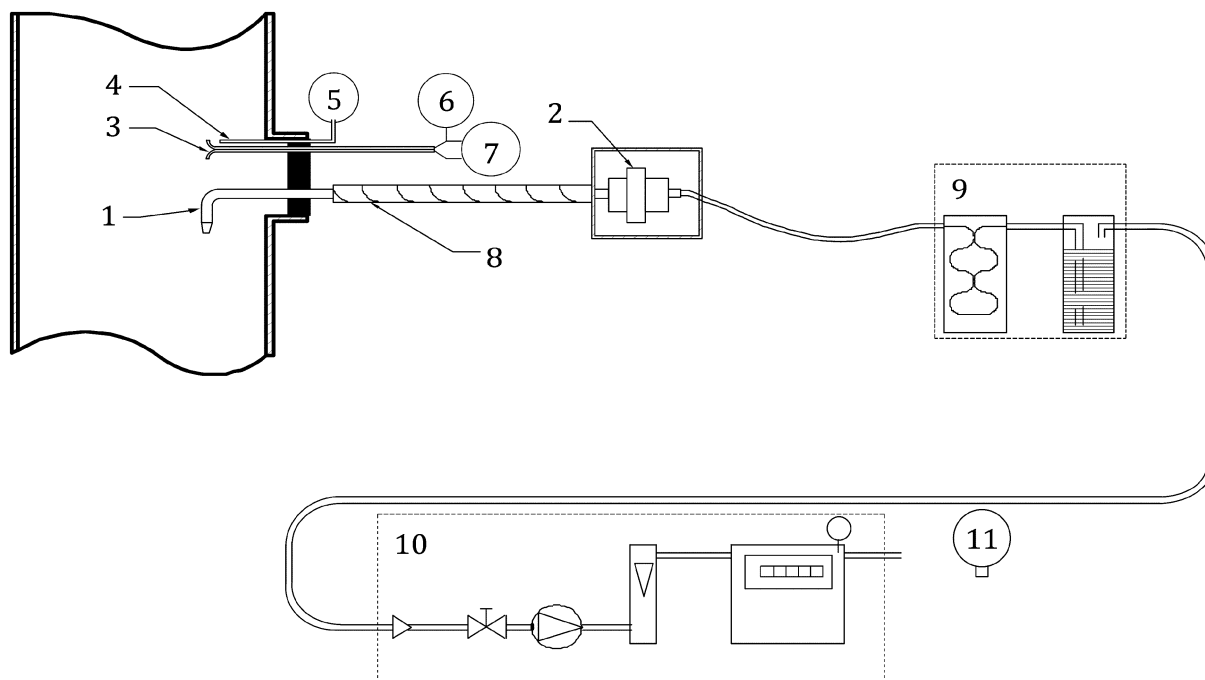
Das Rohr (Absaugrohr) zwischen der Entnahmesonde und dem Filter muss genügend lang sein, um die festgelegten Messpunkte im Abgaskanal zu erreichen. Das Absaugrohr und das Filtergehäuse müssen thermostatisiert sein, damit mögliche Wassertropfen verdampfen oder Schwierigkeiten bei der Filtration aufgrund von Gasen mit hohem Säuretaupunkt vermieden werden. Allgemein werden Filterdurchmesser zwischen 50 mm und 150 mm bei zugehörigen Volumenströmen von 1 m³/h bis 10 m³/h verwendet.



Legende

- | | |
|---|--|
| 1 Entnahmesonde | 7 Gerät zur Messung des dynamischen Drucks |
| 2 Filtergehäuse | 8 Stützrohr (In-Stack-Filtergerät) |
| 3 Staudrucksonde | 9 Abkühl- und Trocknungseinrichtung |
| 4 Temperatursensor | 10 Absaugaggregat und Gasmesseinrichtung |
| 5 Temperaturanzeige | 11 Druckmessgerät |
| 6 Gerät zur Messung des statischen Drucks | |

Bild 3 — Beispiel einer In-Stack-Probenahmeeinrichtung



Legende

- | | |
|---|---|
| 1 Entnahmesonde | 7 Gerät zur Messung des dynamischen Drucks |
| 2 Filtergehäuse | 8 Absaugrohr (Out-Stack-Filtergerät) |
| 3 Staudrucksonde | 9 Abkühl- und Trocknungseinrichtung |
| 4 Temperatursensor | 10 Absaugaggregat und Gasmesseinrichtung (siehe Bild 5) |
| 5 Temperaturanzeige | 11 Druckmessgerät |
| 6 Gerät zur Messung des statischen Drucks | |

Bild 4 — Beispiel einer Out-Stack-Probenahmeeinrichtung

7.2.2.2 Filtergehäuse

Das Filtergehäuse ist ein Behältnis, in dem das Filter direkt oder unter Verwendung eines Filterhalters untergebracht ist. Bei der Out-Stack-Filtration muss das Filtergehäuse zur Aufrechterhaltung der Filtrationsbedingungen und zur Vermeidung von Kondensation thermostatisiert sein.

Die vor und nach der Probenahme zu wägenden Teile sind entweder:

- a) das Filter oder das Filter mit dem Filterhalter

In diesem Fall müssen Staubablagerungen im Filtergehäuse vor dem Filter zurückgewonnen und gewogen werden (siehe 9.6). Die Benutzung eines Filtergehäuses mit einem konischen Einlass mit einem Öffnungswinkel kleiner als 30° hilft, Staubablagerungen zu minimieren.

- b) das Filter, der Einlass des Filtergehäuses und die davor liegenden Teile (beispielsweise die Entnahmesonde)

In diesem Fall werden Staubablagerungen vor dem Filter direkt berücksichtigt. Es muss geprüft werden, ob die zu wägenden Teile mit dem Wägebereich der Waage kompatibel sind (siehe 8.3).

Das Filtergehäuse und der Filterhalter müssen so gestaltet sein, dass in der Nähe der Verbindungen keine Gasturbulenzen auftreten.

7.2.2.3 Filter

Die verwendeten Filter müssen den folgenden Mindestanforderungen genügen:

- Abscheidegrad der Planfilter größer 99,5 % für ein Prüfaerosol mit einem mittleren Partikeldurchmesser von 0,3 µm oder größer 99,9 % für ein Prüfaerosol mit einem mittleren Partikeldurchmesser von 0,6 µm beim vorgesehenen Volumenstrom. Der Abscheidegrad muss vom Filterhersteller zertifiziert werden;
- das Filtermaterial darf nicht mit gasförmigen Bestandteilen reagieren oder sie absorbieren. Es muss bei der erwarteten Höchsttemperatur (z. B. für die Vorbehandlung und Probenahme) thermisch stabil sein.

Bei der Filterauswahl sollte auch Folgendes berücksichtigt werden:

- der Druckabfall des Filters und seine Erhöhung bei der Probenahme durch den gesammelten Staub. Dies hängt von der Art des Filters ab. Beispielsweise kann der Druckabfall zwischen 3 kPa und 10 kPa bei einer Filtrationsgeschwindigkeit von ungefähr 0,5 m/s betragen;
- bei Filtern mit organischen Bindemitteln müssen mögliche Wägeschwankungen aufgrund von Verdampfung des Bindemittels beim Erhitzen beachtet werden;
- Glasfaserfilter können mit sauren Bestandteilen wie SO₃ reagieren. Dies führt zu einer Gewichtszunahme. Die Verwendung wird nicht empfohlen;
- Quarzglasfaserfilter haben sich trotz ihrer geringen mechanischen Festigkeit in den meisten Fällen als geeignet erwiesen;
- PTFE-Filter haben sich ebenfalls bewährt, jedoch ist die Höchsttemperatur des filtrierten Gases begrenzt (siehe Tabelle 1).

Falls die Bestimmung der Staubzusammensetzung geplant ist, sollte der Filterleerwert der betreffenden Substanz bei der Wahl des Filtermaterials berücksichtigt werden.

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Filtermaterialien und deren Vorteile und Einsatzgrenzen.