

Emissionen aus stationären Quellen
Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen
Staubkonzentrationen
Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren
Deutsche Fassung EN 13284-1:2001

DIN
EN 13284-1

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

ICS 13.040.40

Stationary source emissions —
Determination of low range mass concentration of dust —
Part 1: Manual gravimetric method;
German version EN 13284-1:2001

Emissions de sources fixes —
Détermination de la faible concentration en masse de poussières —
Partie 1: Méthode gravimétrique manuelle
Version allemande EN 13284-1:2001

Die Europäische Norm EN 13284:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 13284-1 wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe 5 „Gesamtstaub“ (Sekretariat und Vorsitz: Frankreich) des Technisches Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: Deutschland) unter intensiver Mitwirkung deutscher Experten, die von der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN benannt worden sind, erarbeitet.

Fortsetzung 44 Seiten EN

Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss

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

Emissions de sources fixes —
Détermination de la faible concentration en masse de
poussières —
Partie 1: Méthode gravimétrique manuelle

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. Oktober 2001 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Definitionen	5
4 Grundlage des Verfahrens	8
5 Messquerschnitt und Messpunkte	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Messquerschnitt.....	9
5.3 Mindestanzahl und Anordnung der Messpunkte.....	9
5.4 Messöffnungen und Arbeitsbühnen.....	10
6 Zubehör und Materialien	11
6.1 Geräte zur Messung von Gasgeschwindigkeit, Temperatur, Druck und Gaszusammen- setzung.....	11
6.2 Zubehör für die Probenahme	11
6.3 Betriebsmittel zur Erfassung der Staubablagerungen.....	17
6.4 Geräte zur Vorbehandlung und Wägung	17
7 Wägeverfahren	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Vorbehandlung vor der Probenahme.....	18
7.3 Wägung	18
7.4 Behandlung zu wägender Teile nach der Probenahme	19
7.5 Behandlung der Spüllösungen nach der Probenahme	19
7.6 Verbesserung des Wägeverfahrens	19
8 Probenahme	20
8.1 Allgemeines	20
8.2 Vorbereitung	20
8.3 Voruntersuchungen	21
8.4 Durchführung der Probenahme.....	21
8.5 Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter.....	22
8.6 Gesamtleerprobe.....	23
9 Thermisches Verhalten von Stäuben	23
10 Validierung der Ergebnisse	24
10.1 Allgemeines	24
10.2 Anlagenabhängige Parameter	24
10.3 Dichtheitsprüfung	24
10.4 Isokinetische Bedingungen	24
10.5 Staubablagerungen auf nicht zu wägenden Teilen vor dem Filter	24
10.6 Gesamtleerprobe.....	24
11 Berechnungen	25
11.1 Volumenstrom bei der Probenahme	25
11.2 Staubkonzentration.....	25
12 Verfahrenskenngrößen	26
12.1 Allgemeines	26
12.2 Experimentelle Daten.....	27
12.3 Kommentare	27
13 Messbericht	28

Anhang A (normativ) Anforderungen an die Arbeitsbühne	30
Anhang B (normativ) Ermittlung der Strömungsrichtung mit Staudrucksonden.....	31
B.1 Staudrucksonden Typ L	31
B.2 Staudrucksonden Typ S.....	31
Anhang C (normativ) Verfahren zur Ermittlung der Positionen der Messpunkte in runden und rechteckigen Abgaskanälen	32
C.1 Verfahren für runde Abgaskanäle	32
C.1.1 Allgemeines	32
C.1.2 Allgemeines Verfahren für runde Abgaskanäle	32
C.1.3 Tangentialverfahren für runde Abgaskanäle	33
C.2 Verfahren für rechteckige Abgaskanäle	35
Anhang D (informativ) Beispiele für geeignete Messöffnungen für die Probenahmeeinrichtung.....	36
Anhang E (normativ) Erprobte Entnahmesonden.....	38
Anhang F (normativ) Zusammenfassung der Anforderungen.....	41
Anhang G (informativ) Probenvolumen, Volumenstrom und Probenahmedauer.....	42
G.1 Allgemeines	42
G.2 Wägeunsicherheiten	42
G.3 Probenahmevermögen.....	42
G.4 Volumenstrom und Probenahmedauer.....	42
Anhang H (informativ) Beispiele für systematische Messabweichungen bei der Wägung	43
H.1 Allgemeines	43
H.2 Einfluss durch unzureichendes Temperaturgleichgewicht.....	43
H.3 Einfluss von Temperaturänderungen	43
H.4 Einfluss von Luftdruckänderungen	43
H.5 Schlussfolgerungen.....	44
Literaturhinweise	44

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Europäische Dokument muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2002, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2002 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n).

Diese Europäische Norm besteht aus zwei Teilen:

- 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: Automatische Messeinrichtungen.*

Die Anhänge A, B, C, E und F sind normativ. Die Anhänge D, G und H sind informativ.

Diese Norm enthält Literaturhinweise.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Konventionsmessverfahren zur Messung geringer Staubkonzentrationen in geführten Gasströmen im Konzentrationsbereich unterhalb von 50 mg/m^3 unter Bezugsbedingungen fest. Das Verfahren wurde insbesondere für den Bereich um 5 mg/m^3 auf der Basis einer Probenahmedauer von einer halben Stunde validiert.

Diese Europäische Norm wurde in erster Linie zur Untersuchung der Abgasströme von Abfallverbrennungsanlagen entwickelt und validiert. Darüber hinaus kann sie auch auf Abgase von 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 der Filterbehandlung ab.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

ISO 3966:1977, *Measurement of fluid flow in closed conducts — Velocity area method using Pitot static tubes*.

ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and result — Part 2: Basis method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*.

3 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen.

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

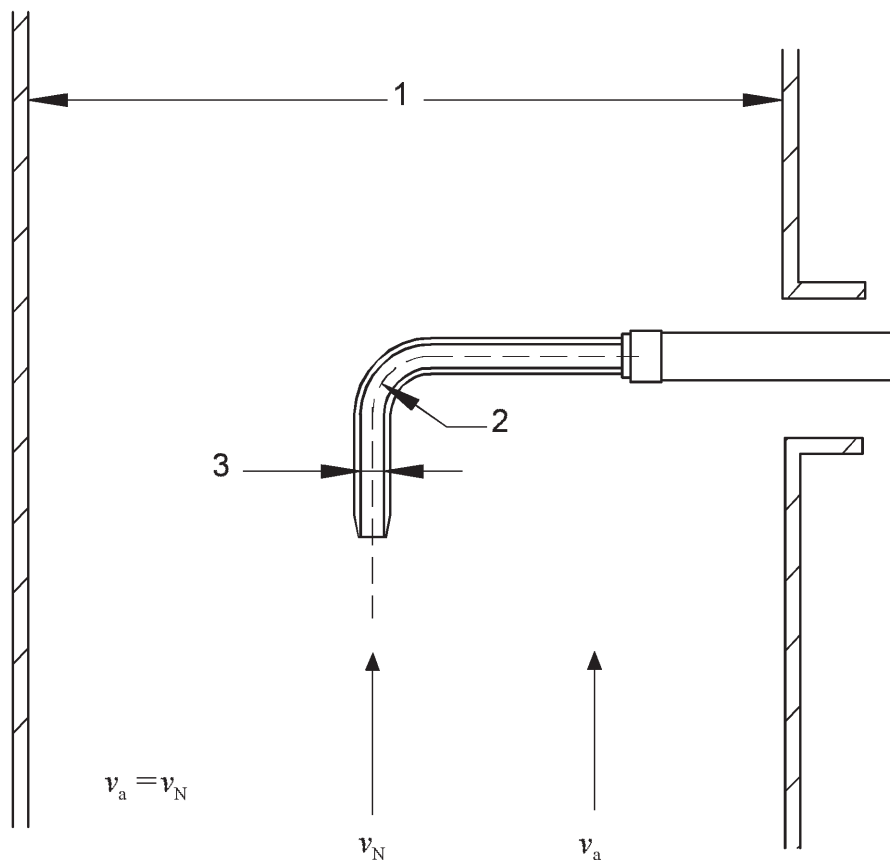
Out-Stack-Filtration

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

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_a und der Strömungsrichtung des Gases im Abgaskanal am Messpunkt sind (siehe Bild 1)



Legende

- 1 Abgaskanal
- 2 Innendurchmesser i der Probenahmesonde
- 3 Radius des Bogens (Minimum $1,5 i$)

Bild 1 — Isokinetische Probenahme

3.6

isokinetisches Verhältnis

Verhältnis der Geschwindigkeiten v_N/v_a in Prozent als Kenngröße für die Abweichung von der isokinetischen Probenahme (siehe 3.5)

3.7

hydraulischer Durchmesser

charakteristischer Größe des Querschnitts eines Abgaskanals, berechnet als

$$d_h = \frac{4 \times \text{Fläche des Messquerschnitts}}{\text{Umfang des Messquerschnitts}} \quad (1)$$

3.8

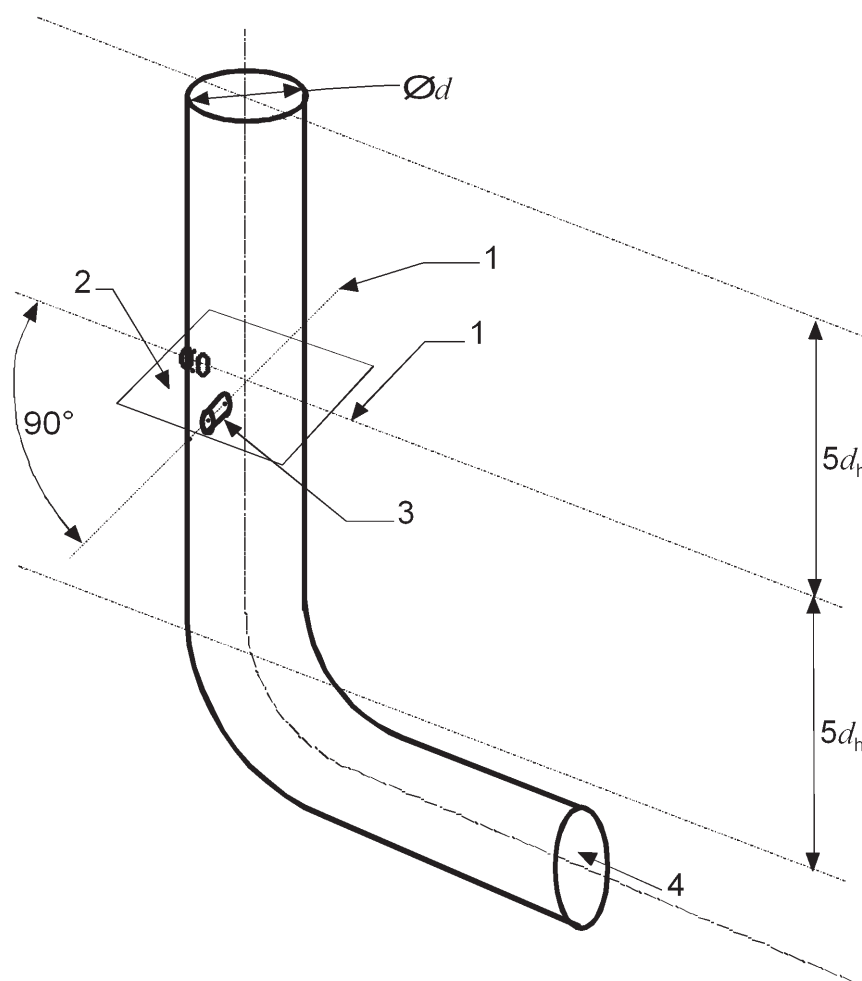
Messquerschnitt

Ebene an der Probenahmestelle senkrecht zur Achse des Abgaskanals (siehe Bild 2)

3.9

Messachsen

durch die Innenwände des Abgaskanals begrenzte Achsen im Messquerschnitt, auf denen die Messpunkte liegen (siehe Bild 2)



Legende

- 1 Messachsen
- 2 Messquerschnitt
- 3 Messöffnung
- 4 Strömung

Bild 2 — Darstellung von Definitionen bezogen auf einen runden Abgaskanal

3.10

Messpunkt

festgelegter Ort auf der Messachse, an dem eine Probe entnommen wird

3.11

Bezugsbedingungen

Bezugswerte für den Druck und die Temperatur eines trockenen Abgases, wobei der Bezugsdruck 101,325 kPa beträgt und auf 101,3 kPa gerundet wird und die Bezugstemperatur 273,15 K beträgt und auf 273 K gerundet wird

3.12

Gesamtleerprobe

Leerprobe, die am Ort der Probenahme wie normale Proben der Messreihe behandelt wird, jedoch ohne Gasprobenahme während der Dauer des Versuches

ANMERKUNG Die gemessene Massenänderung ermöglicht die Abschätzung der Unsicherheiten. Der Gesamtleerwert dividiert durch das mittlere Probenvolumen der Messreihe ermöglicht die Abschätzung der Nachweisgrenze (in Milligramm pro Kubikmeter) des gesamten Messvorgangs unter Anwendungsbedingungen. Die Gesamtleerprobe schließt mögliche Ablagerungen auf dem Filter und auf allen Teilen vor dem Filter ein.

3.13

Wägekontrolle

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

3.14

Messreihe

aufeinander folgende Messungen, die im gleichen Messquerschnitt unter denselben Betriebsbedingungen durchgeführt werden

3.15

Grenzwert

von den Aufsichtsbehörden für den Anlagenbetrieb genehmigter Wert der Staubkonzentration (d. h. mittlerer Grenzwert)

ANMERKUNG Wenn die Untersuchungen nicht der behördlichen Überwachung dienen, sollte der Messwert mit einem festgelegten Referenzwert verglichen werden.

4 Grundlage 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 6.2.2).

Gültige Messungen können nur erzielt werden, wenn

- a) der Gasstrom im Abgaskanal an der Probenahmestelle ein ausreichend homogenes und stabiles Geschwindigkeitsprofil besitzt (siehe 5.2);
- b) die Probenahme mit einer in den Gasstrom gerichteten scharfkantigen Entnahmesonde unter isokinetischen Bedingungen ohne Störung des Gasstromes 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) Staubablagerungen vor dem Filter berücksichtigt werden;
- f) der Gesamtleerwert 10 % des für den Anlagenbetrieb festgelegten Tagesmittelwertes nicht überschreitet;
- g) die Probenahme- und Wägeverfahren den zu erwartenden Staubmengen angepasst werden.

5 Messquerschnitt und Messpunkte

5.1 Allgemeines

Eine Probenahme ist nur möglich, wenn eine geeignete Stelle mit ausreichend hoher und homogener Abgasgeschwindigkeit im Messquerschnitt vorhanden ist.

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

Die Probenahme muss an einer ausreichenden Anzahl von Messpunkten im Messquerschnitt durchgeführt werden.

5.2 Messquerschnitt

Der Messquerschnitt muss sich in einem geraden, vorzugsweise vertikalen Abschnitt des Abgaskanals mit konstanter Form und konstantem Querschnitt befinden. Falls möglich, ist der Messquerschnitt so weit wie möglich stromauf- bzw. stromabwärts vor bzw. hinter Strömungshindernissen zu legen, die eine Änderung der Strömungsrichtung hervorrufen können (beispielsweise können Störungen durch Krümmer, Ventilatoren oder teilweise geschlossene Luftklappen hervorgerufen werden).

Durch Messungen an allen nach 5.3 und Anhang C festgelegten Messpunkten ist zu zeigen, dass der Gasstrom im Messquerschnitt die folgenden Bedingungen erfüllt:

- a) der Winkel zwischen dem Gasstrom und der Mittelachse des Abgaskanals muss kleiner 15° sein (ein Verfahren zur Ermittlung ist in Anhang B angegeben);
- b) es darf keine lokale negative Strömung auftreten;
- c) es muss eine Mindestgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom verwendeten Messverfahren zur Bestimmung des Volumenstroms vorhanden sein (für Staudrucksonden ein Differenzdruck größer 5 Pa);
- d) das Verhältnis der höchsten zur niedrigsten örtlichen Gasgeschwindigkeit im Messquerschnitt muss kleiner 3:1 sein.

Wenn die genannten Anforderungen nicht erfüllt sind, entspricht der Messquerschnitt nicht dieser Europäischen Norm (siehe 10.2).

ANMERKUNG Die genannten Anforderungen werden im Allgemeinen in geraden Kanalabschnitten mit einer Einlaufstrecke von fünf hydraulischen Durchmessern vor und einer Auslaufstrecke von zwei hydraulischen Durchmessern hinter dem Messquerschnitt erfüllt (Abstand bis zum Ende des Abgaskanals mindestens fünf hydraulische Durchmesser). Deshalb wird dringend empfohlen, Probenahmestellen entsprechend einzurichten.

5.3 Mindestanzahl und Anordnung der Messpunkte

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

Die Tabellen 1 und 2 zeigen die Mindestanzahl der Messpunkte für runde bzw. rechteckige Abgaskanäle. Die zu verwendenden Messpunkte müssen sich in der Mitte gleich großer Flächensegmente im Messquerschnitt befinden (siehe Anhang C).

Die Messpunkte sind so festzulegen, dass ihr Abstand zur Innenwand des Abgaskanals mehr als 3 % der Länge der Messachse oder mehr als 5 cm beträgt, je nachdem welcher Wert größer ist. Dies sollte berücksichtigt werden, wenn mehr Messpunkte als die Mindestanzahl nach Tabelle 1 oder Tabelle 2 festgelegt werden, beispielsweise bei besonderer Geometrie des Abgaskanals.

ANMERKUNG Wenn die Anforderungen an den Messquerschnitt (siehe 5.2) nicht erfüllt werden können, ist es möglich, eine repräsentative Probenahme durch Erhöhen der Anzahl der Messpunkte über die in der Tabelle 1 bzw. 2 genannten Anzahl zu erreichen.

Tabelle 1 — Mindestanzahl von Messpunkten für runde Abgaskanäle

Fläche des Messquerschnitts m^2	Kanaldurchmesser m	Mindestanzahl von Messachsen (Durchmesser)	Mindestanzahl von Messpunkten je Ebene
< 0,1	< 0,35	—	1 ^a
0,1 bis 1,0	0,35 bis 1,1	2	4
1,1 bis 2,0	1,1 bis 1,6	2	8
> 2,0	> 1,6	2	mindestens 12 und 4 je m^2 ^b

^a Bei nur einem Messpunkt sind Fehler möglich, die größer sind, als die in dieser Norm angegebenen Fehler.

^b Bei großen Abgaskanälen sind in der Regel 20 Messpunkte ausreichend.

Tabelle 2 — Mindestanzahl von Messpunkten für rechteckige Abgaskanäle

Fläche des Messquerschnitts m^2	Mindestanzahl von Seitenunterteilungen ^a	Mindestanzahl von Messpunkten
< 0,1	—	1 ^b
0,1 bis 1,0	2	4
1,1 bis 2,0	3	9
> 2,0	≥ 3	mindestens 12 und 4 je m^2 ^c

^a Andere Seiteneinteilungen können nötig sein, wenn beispielsweise die längste Seite mehr als doppelt so lang ist wie die kürzeste (siehe C.3).

^b Bei nur einem Messpunkt sind Fehler möglich, die größer sind, als die in dieser Norm angegebenen Fehler.

^c Bei großen Abgaskanälen sind in der Regel zwanzig Messpunkte ausreichend.

5.4 Messöffnungen und Arbeitsbühnen

Es sind Messöffnungen zum Erreichen der Messpunkte vorzusehen, die nach 5.3 und Anhang C ausgewählt wurden.

Die Größe der Messöffnungen muss genügend Raum zum Einführen und Entnehmen der Probenahmeapparatur bieten. Als Mindestgröße sollte ein Durchmesser von 125 mm oder eine Fläche von 100 mm × 250 mm vorgesehen werden. Eine Ausnahme bilden kleine Abgaskanäle (Durchmesser kleiner 0,7 m), die kleinere Öffnungen erfordern.

Zwei Beispiele für geeignete Messöffnungen sind in Anhang D dargestellt.

Aus Sicherheitsgründen und aus praktischen Gesichtspunkten muss die Arbeitsplattform die Anforderungen in Anhang A erfüllen.

6 Zubehör und Materialien

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

Geschwindigkeitsmessungen müssen mit standardisierten Staudrucksonden Typ L durchgeführt werden, wie sie in ISO 3966:1977, Anhang A, beschrieben werden. Alternativ können andere Messgeräte (z. B. Staudrucksonden Typ S) verwendet werden, vorausgesetzt, sie sind gegen standardisierte Staudrucksonden kalibriert (siehe [5]).

Die Temperatur und der Druck im Abgaskanal sind zu messen, damit die tatsächliche Dichte des Gases innerhalb von $\pm 0,05 \text{ kg/m}^3$ unter Berücksichtigung der Gaszusammensetzung berechnet werden kann.

Wenn die Staubkonzentration auf trockenes Abgas bezogen wird und/oder die Konzentrationen auf einen Bezugssauerstoffgehalt zu beziehen sind, müssen Messungen des Feuchtegehalts und/oder Sauerstoffmessungen in der Nähe des Messquerschnitts durchgeführt werden.

6.2 Zubehör für die Probenahme

6.2.1 Die Probenahmeeinrichtung besteht grundsätzlich aus folgenden Teilen:

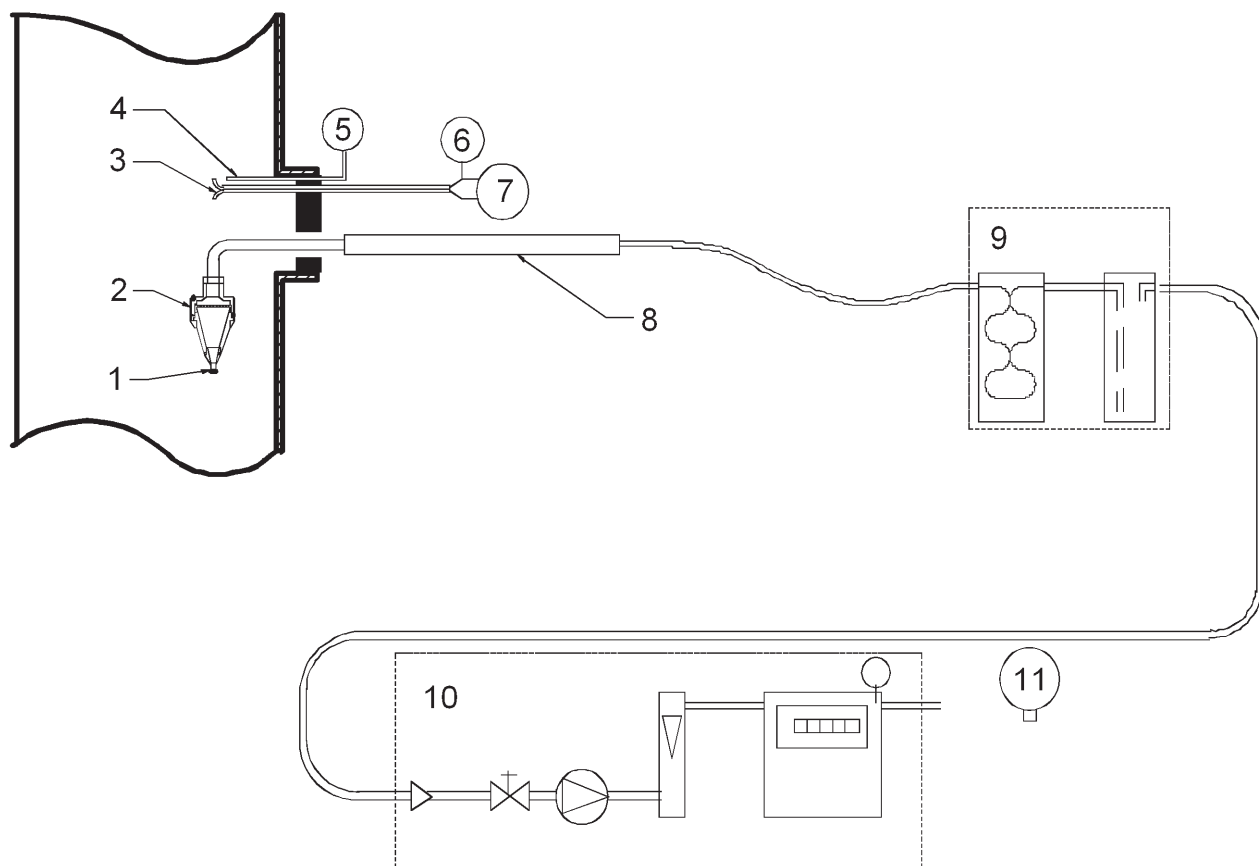
- a) Entnahmesonde;
- b) Filtergerät;
- c) Absaugrohr;
- d) Gaspumpe;
- e) Einrichtung zur Messung des gesammelten Probegasvolumens bei bekannter Temperatur und bekanntem Druck;
- f) Einrichtung zur Einstellung der isokinetischen Probenahmebedingungen.

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

- a) In-Stack-Filtergeräte (siehe Bild 3): Das Absaugrohr 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 $1 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $3 \text{ m}^3/\text{h}$ 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 der Entnahmesonde und des Filtergehäuses verwendet.

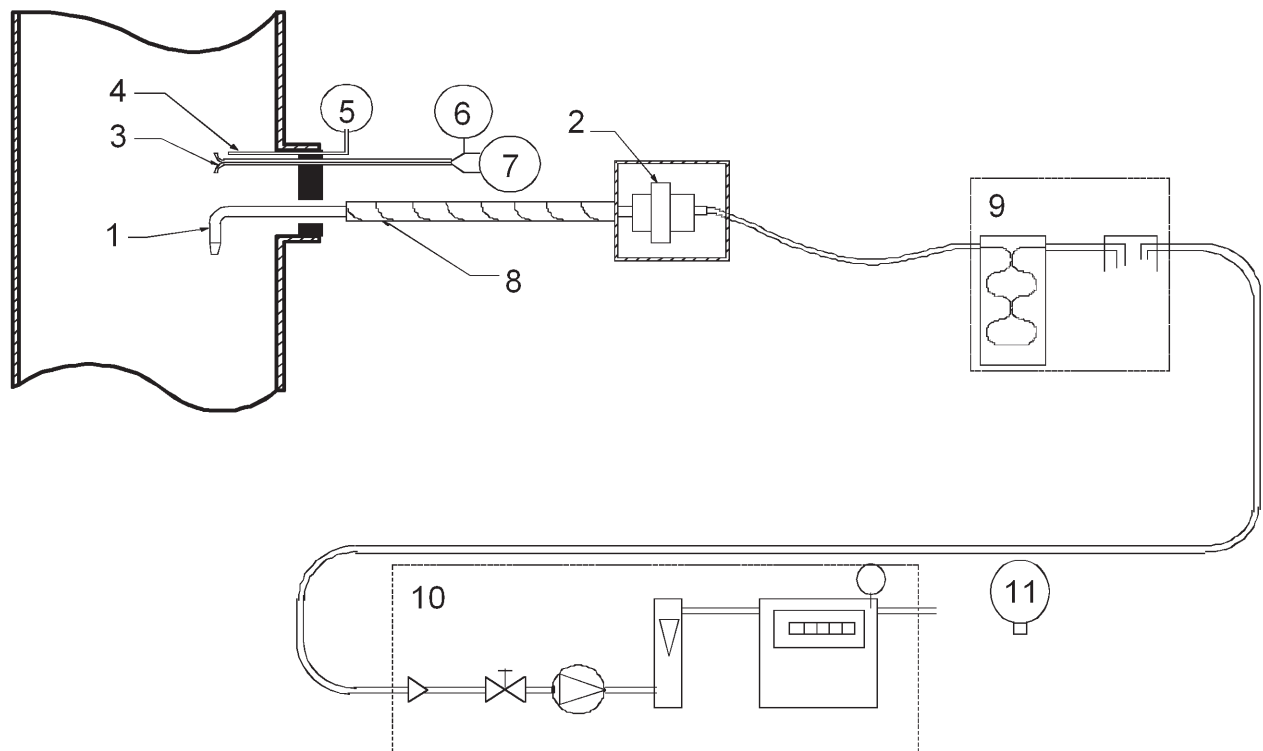
- b) Out-Stack-Filtergeräte (siehe Bild 4): Der Rohrteil (Absaugrohr) zwischen der Entnahmesonde und dem Filter muss genügend lang sein, um die festgelegten Messpunkte im Abgaskanal zu erreichen. Das Absaugrohr und das Filtergehäuse müssen thermostatisiert sein, damit mögliche Wassertropfen verdampft 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 $1 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 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 Gasmesseinrichtungen |
| 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 Gasmesseinrichtungen |
| 5 Temperaturanzeige | 11 Druckmessgerät |
| 6 Gerät zur Messung des statischen Drucks | |

Bild 4 — Beispiel einer Out-Stack-Probenahmeeinrichtung