

DIN EN 14790

DIN

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

ICS 13.040.40

**Emissionen aus stationären Quellen –
Bestimmung von Wasserdampf in Leitungen;
Deutsche Fassung EN 14790:2005**

Stationary source emissions –
Determination of the water vapour in ducts;
German version EN 14790:2005

Emissions de sources fixes –
Détermination de la vapeur d'eau dans les conduits;
Version allemande EN 14790:2005

Gesamtumfang 41 Seiten

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



Nationales Vorwort

Dieses Dokument EN 14790 wurde vom Technischen Komitee „Luftbeschaffenheit“, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird, unter intensiver Mitwirkung deutscher Experten erarbeitet, die von der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss benannt worden sind.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen und Europäischen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ENV 13005	siehe DIN V ENV 13005
CEN/TS 14793	siehe DIN CEN/TS 14793
EN ISO 14956	siehe DIN EN ISO 14956

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN V ENV 13005:1999, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung ENV 13005:1999*

DIN CEN/TS 14793:2005, *Emissionen aus stationären Quellen – Validierverfahren im Laboratorium für eine alternative Methode verglichen mit einem Referenzverfahren; Deutsche Fassung CEN/TS 14793:2005*

DIN EN ISO 14956:2002, *Luftbeschaffenheit – Beurteilung der Eignung eines Messverfahrens durch Vergleich mit einer geforderten Messunsicherheit (ISO 14956:2002); Deutsche Fassung EN ISO 14956*

Deutsche Fassung

Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung von Wasserdampf in Leitungen

Stationary source emissions —
Determination of the water vapour in ducts

Emissions de sources fixes —
Détermination de la vapeur d'eau dans les conduits

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. September 2005 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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	6
4 Grundlagen	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Adsorption oder Kondensations-/Adsorptionsverfahren	9
4.3 Temperaturverfahren	9
5 Geräte	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Probenahmesonde	10
5.3 Filterhalter	10
5.4 Partikelfilter	10
5.5 Auffangeinheit	11
5.6 Kühlsystem (optional)	11
5.7 Probenahmepumpe	11
5.8 Gasvolumenmessgerät	11
5.9 Barometer	12
5.10 Waage	12
5.11 Temperaturmessung	12
6 Messverfahren	12
6.1 Allgemeine Anforderungen	12
6.2 Vorbereitung und Aufstellung der Geräte	12
6.3 Dichtheitsprüfung	13
6.4 Durchführen der Probenahme	14
6.5 Wiederholpräzision der Wägung	14
6.6 Vorgehensweise bei wasserdampfgesättigten Gasströmen (Gegenwart von Tröpfchen)	15
7 Bestimmung der Kenngrößen des Verfahrens: Probenahme und Analyse	15
7.1 Einleitung	15
7.2 Wesentliche Verfahrenskenngrößen und Leistungskriterien	15
7.3 Aufstellen der Unsicherheitsbilanz	16
7.4 Gleichwertigkeit mit einem Alternativverfahren	17
8 Beurteilung des Verfahrens im Feld	17
9 Bestimmung des Wasserdampfgehalts	17
10 Messbericht	19
Anhang A (normativ) Bestimmung der Wasserdampfkonzentration in mit Wasserdampf gesättigtem Gas bei $P_{\text{std}} = 101,325 \text{ kPa}$	20
Anhang B (informativ) Arten von Probenahmegeräten	23
Anhang C (informativ) Beispiel für die Bewertung der Übereinstimmung des Referenzverfahrens für Wasserdampf mit den Anforderungen für Emissionsmessungen	24
C.1 Allgemeines	24
C.2 Abschätzen der Messunsicherheit	24
C.3 Besondere Bedingungen am Einsatzort	25
C.4 Verfahrenskenngrößen	26
C.5 Berechnung der Standardmessunsicherheit der Konzentration	26

	Seite
Anhang D (informativ) Bewertung des Verfahrens im Feld	34
D.1 Allgemeines	34
D.2 Beschreibung der Anlagen.....	34
D.3 Wiederholpräzision und Vergleichpräzision im Feld.....	35
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den wesentlichen Anforderungen der EG-Richtlinie	38
Literaturhinweise.....	39

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14790:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2006 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt das Kondensations-/Adsorptionsverfahren einschließlich der Probeneinrichtung zur Bestimmung der Konzentration an Wasserdampf in Abgasen, die aus Abgaskanälen in die Außenluft emittiert werden.

Dieses Verfahren wird europaweit zur Überwachung von Wasserdampf angewandt. Damit es jedoch als Standardreferenzverfahren (SRM) eingesetzt werden kann, muss der Anwender nachweisen, dass die Verfahrenskenngrößen besser sind als die in dieser Europäischen Norm festgelegten Verfahrenskriterien und dass die Gesamtmessunsicherheit des Verfahrens kleiner ist als $\pm 20\%$ des Messwertes. Diese Europäische Norm wird eingesetzt als Standardreferenzverfahren für Kontroll- oder andere Zwecke für die periodische Überwachung und für die Kalibrierung oder Überprüfung von automatischen Messeinrichtungen (AMS), die permanent an einem Abgaskamin installiert sind.

Ein Alternativverfahren zu diesem Standardreferenzverfahren darf angewendet werden, wenn der Anwender vor der nationalen Akkreditierungsstelle oder dem Gesetz die Äquivalenz nach der Technischen Spezifikation CEN/TS 14793 nachweisen kann.

Die Bestimmung von Wasserdampf ist hauptsächlich notwendig:

- für Kontrollzwecke, um die Konzentration bei Standardbedingungen anzugeben (bezogen auf trockenes Gas);
- um den Volumenstrom für die isokinetische Probenahme anzupassen, wenn ein Volumenstrommessgerät trockener Bauart verwendet wird.

In beiden Fällen ist die Messgröße der Wassergehalt im gasförmigen Zustand (Dampf), unter Ausschluss von Wassertröpfchen.

Diese Europäische Norm gilt für den Bereich von 4 % bis 40 % relativer Luftfeuchte und für Wasserdampfkonzentrationen im feuchten Abgas von 29 g/m^3 bis 250 g/m^3 ; die Obergrenze der Methode hängt vom maximalen Wasserdampfdruck in Luft oder Gas bei der vorliegenden Temperatur ab.

Diese Europäische Norm wurde in Feldversuchen an Abfallverbrennungsanlagen und Mitverbrennungsanlagen sowie an Großfeuerungsanlagen beurteilt. Sie wurde mit Probenahmedauern von 30 min für Volumenanteile von 7 % bis 26 % validiert.

In dieser Europäischen Norm werden alle Konzentrationen auf Standardbedingungen bezogen (273 K und 101,3 kPa).

ANMERKUNG Das Verfahren ist nicht für den gesättigten Zustand anwendbar. Einige Hinweise in dieser Europäischen Norm behandeln den Umgang mit Abgasen in Gegenwart von Tröpfchen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Normen sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokumentes (einschließlich aller Änderungen).

ENV 13005, *Guide to the expression of uncertainty in measurement*

CEN/TS 14793, *Stationary source emissions — Intralaboratory validation procedure for an alternative method compared to a reference method*

EN ISO 14956, *Air Quality — Evaluation of the suitability of a measurement method by comparison with a stated measurement uncertainty (ISO 14956:2002)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe:

3.1

Absorber

Einrichtung, in der Wasserdampf absorbiert wird

3.2

Nachweisgrenze

L_D

Konzentrationswert einer Messgröße, unterhalb dessen mit mindestens 95%iger Sicherheit angenommen werden kann, dass der Messwert einer Probe entspricht, die die Messgröße nicht enthält

3.3

Taupunkt

Temperatur, bei deren Unterschreitung bei gegebenen Druckverhältnissen des Abgases die Kondensation von Wasserdampf einsetzt

3.4

Tröpfchen

kleine Flüssigkeitsteilchen von kondensiertem Wasserdampf oder flüssigem Wasser im Abgas, z. B. aus einem Wäscher kommend.

ANMERKUNG Unter adiabatischen Gleichgewichtsbedingungen können Tröpfchen nur entstehen, wenn der Gasstrom mit Wasserdampf gesättigt ist.

3.5

Messgröße

spezielle Größe, die Gegenstand einer Messung ist

[VIM 2.6]

3.6

Messreihe

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

[EN 13284-1]

3.7

Wiederholpräzision im Laboratorium

Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen Ergebnissen aufeinander folgender Messungen im Laboratorium derselben Messgröße, ausgeführt unter denselben Messbedingungen

ANMERKUNG 1 Wiederholbedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren;
- dasselbe Labor;
- dasselbe Messgerät bei denselben Bedingungen;
- denselben Ort;
- Wiederholung innerhalb einer kurzen Zeitspanne.

ANMERKUNG 2 Die Wiederholpräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse ausgedrückt werden.

In dieser Europäischen Norm wird die Wiederholpräzision als ein Wert beim 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

[VIM 3.6]

3.8**Wiederholpräzision im Feld**

Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen Ergebnissen gleichzeitiger Messungen derselben Messgröße, ausgeführt mit zwei Messeinrichtungen unter denselben Messbedingungen

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren;
- zwei Messeinrichtungen, deren Leistung die Erfordernisse des Referenzverfahrens bei Einsatz unter gleichen Messbedingungen erfüllt;
- denselben Ort;
- Durchführung durch dasselbe Labor;
- normalerweise die Berechnung für kurze Zeitdauern (z. B. 30 min), um die Wirkung durch Schwanken der Einflussgrößen zu vermeiden.

ANMERKUNG 2 Die Wiederholpräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse ausgedrückt werden.

In dieser Europäischen Norm wird die Wiederholpräzision im Feld als ein Wert beim 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

3.9**Vergleichpräzision im Feld**

Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen den Ergebnissen gleichzeitiger Messungen derselben Messgröße, die mit mehreren Messeinrichtungen unter denselben Messbedingungen durchgeführt wurden

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen heißen Vergleichsbedingungen im Feldbetrieb und umfassen:

- dasselbe Messverfahren;
- mehrere Messeinrichtungen, deren Leistung die Erfordernisse des Referenzverfahrens bei Einsatz unter gleichen Messbedingungen erfüllt;
- denselben Ort;
- Durchführung durch mehrere Laboratorien.

ANMERKUNG 2 Die Vergleichpräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse ausgedrückt werden.

In dieser Europäischen Norm wird die Vergleichpräzision im Feld als ein Wert beim 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

3.10**Probenahmeort**

nahe dem Messquerschnitt gelegener spezieller Bereich, wo die Messgeräte aufgebaut werden

3.11**Messquerschnitt**

Ebene an der Probenahmestelle senkrecht zur Achse des Abgaskanals

[EN 13284-1]

3.12**Messpunkt**

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

[EN 13284-1]

3.13

Standardreferenzverfahren

SRM

von der Fachwelt anerkanntes Messverfahren, das nach Übereinkunft als Referenzverfahren gilt. Es erzeugt den anerkannten Bezugswert der Konzentration der Messgröße (3.5) oder es wird angenommen, dass es den anerkannten Bezugswert der Konzentration der Messgröße erzeugt.

3.14

Messunsicherheit

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

3.14.1

Standardmessunsicherheit

u

Unsicherheit des Messergebnisses ausgedrückt als Standardabweichung u

3.14.2

erweiterte Messunsicherheit

U

Eine Größe, die ein Vertrauensniveau um das Messergebnis definiert, von dem erwartet wird, dass es einen großen Anteil der Verteilung der Werte, die berechtigterweise auf die Messgröße zurückzuführen sind, enthält

$$U = k \cdot u$$

ANMERKUNG In dieser Norm wird die erweiterte Unsicherheit mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ und einem Vertrauensniveau von 95% berechnet.

3.14.3

kombinierte Messunsicherheit

u_c

Standardunsicherheit u_c eines Messergebnisses, berechnet durch Zusammenfassen mehrerer Standardmessunsicherheiten nach ENV 13005

3.14.4

Gesamtmessunsicherheit

U_c

die dem Messergebnis zugeordnete erweiterte kombinierte Standardunsicherheit, berechnet nach ENV 13005

$$U_c = k \cdot u_c$$

3.25

Unsicherheitsbilanz

tabellarische Aufstellung aller Unsicherheitsquellen nach EN ISO 14956 oder ENV 13005 zur Berechnung der Gesamtmessunsicherheit des Verfahrens bei einem vorgegebenen Wert

3.16

Dampfdruck

Partialdruck von dampfförmigem Wasser

4 Grundlagen

4.1 Allgemeines

Diese Europäische Norm beschreibt das Standardreferenzverfahren (SRM) für die Bestimmung des Wasserdampfgehalts in Abgaskanälen, die ins Freie emittieren. Die spezifischen Komponenten und die Anforderungen an die Messeinrichtung werden beschrieben. Für das Messverfahren wird eine Reihe von Verfahrenskenngrößen zusammen mit Mindestleistungskriterien angegeben (siehe Tabelle 1 in 7.2). Die Gesamtmessunsicherheit des Verfahrens muss die Spezifikationen in dieser Europäischen Norm einhalten.

Das im Folgenden beschriebene Verfahren ist anwendbar für tröpfchenfreie Abgase.

Im Rahmen dieser Europäischen Norm wird angenommen, dass die Gasströme in Abgaskanälen sich mehr oder weniger im adiabatischen (thermodynamischen) Gleichgewicht befinden. Unter diesen Bedingungen können Tröpfchen nur entstehen, wenn der Gasstrom mit Wasserdampf gesättigt ist. Wenn keine Tröpfchen im Gasstrom vorhanden sind, wird angenommen, dass der Gasstrom nicht mit Wasserdampf gesättigt ist. Eine Gasprobe wird bei konstantem Volumenstrom dem Abgaskanal entnommen. Der Wasserdampf in der Probe wird anschließend aufgefangen, entweder durch Adsorption oder durch Kondensation plus Adsorption. Danach wird die Masse des Dampfes als Massenzuwachs der Auffangeinheit durch Wägung bestimmt.

Wenn Tröpfchen im Gasstrom vorhanden sind, wird mit dem in dieser Norm beschriebenen Verfahren der Wasserdampfgehalt überschätzt. Falls der Messwert gleich oder größer dem erwarteten Wert ist, der in der Tabelle im Anhang A für Sättigungsbedingungen als Funktion von Temperatur und Druck des Abgases angeführt ist, so bedeutet das, dass die Anwesenheit von Tröpfchen die Messergebnisse verfälscht haben kann. Solche Ergebnisse müssen verworfen werden.

In diesen Fällen liegt es nahe anzunehmen, dass der Gasstrom mit Wasserdampf gesättigt ist. Bei solchen Bedingungen wird das Verfahren reduziert auf die Bestimmung der Gastemperatur. Die Wasserdampfkonzentration wird dann berechnet aus der theoretischen Wasserdampfmasse je Volumeneinheit des Gases unter Normbedingungen beim Gleichgewicht von Flüssigkeit und Gas und gegebener Temperatur, Zusammensetzung und gegebenem Druck des Gasstroms.

4.2 Adsorption oder Kondensations-/Adsorptionsverfahren

Eine bestimmte Gasmenge wird dem Gasstrom entnommen und durch eine Auffangeinheit geleitet, die den Anforderungen an den Wirkungsgrad (siehe 6.4.2) genügt. Der Massenzuwachs der Auffangeinheit wird gemessen und durch das Volumen der Gasprobe dividiert, um die Massenkonzentration des Wasserdampfs zu erhalten.

4.3 Temperaturverfahren

Dieses Verfahren wird angewendet, wenn das Gas mit Wasserdampf gesättigt ist.

Ein Temperaturfühler wird in den mit Wasserdampf gesättigten Gasstrom gehalten, bis das Gleichgewicht erreicht ist. Die im Gas vorhandene Wasserdampfmenge wird anschließend unter Verwendung eines Diagramms oder einer Tabelle der Wasser-Dampf-Gleichgewichte (siehe Anhang A) aus der Temperatur abgeleitet.

5 Geräte

5.1 Allgemeines

Eine bekannte Menge Abgas wird repräsentativ aus dem Abgaskanal während einer bestimmten Zeit bei eingestelltem Volumenstrom entnommen. Ein Filter entfernt den Staub aus der Probe, danach strömt das Gas durch eine Auffangeinheit. Es ist wichtig, dass alle Teile der Probenahmeeinrichtung vor der Auffangeinheit

beheizt sind und dass die Teile weder mit Wasserdampf reagieren noch ihn absorbieren. Das bedeutet, dass nicht rostender Stahl, Borosilikatglas, Quarzglas, PTFE oder Titan geeignete Materialien sind.

Ein Beispiel einer geeigneten Probenahmeeinrichtung ist in Anhang B gezeigt. Der Anwender kann wählen zwischen einer Auffangeinrichtung, die entweder aus:

- einer Absorptionseinheit (siehe Bild B.1) oder
- einer Kondensations- und einer Absorptionseinheit (siehe Bild B.2)

besteht. Die Wahl muss in Hinblick auf die Erfüllung des in 6.4.2 vorgeschriebenen Wirkungsgrads getroffen werden.

5.2 Probenahmesonde

Um repräsentative Messpunkte im Messquerschnitt zu erreichen, dürfen Sonden verschiedener Länge und Innendurchmesser verwendet werden. Die Konstruktion und Form der Sonde müssen sicherstellen, dass die Verweilzeit der Gasprobe in der Sonde minimiert wird.

Das Verfahren in 6.2.2 kann angewendet werden, wenn vermutet wird, dass das Abgas nicht homogen ist.

Die Sonde darf vor der Probenahme markiert werden, damit angezeigt wird, dass der repräsentative Messpunkt im Messquerschnitt erreicht ist.

Die Probenahmesonde muss von einem Heizmantel umgeben sein, der eine kontrollierte Temperatur von mindestens 120 °C oder 20 °C über dem (Säure)Taupunkt des Abgases aufrechterhalten kann. Auch muss die Sonde von einem äußeren Rohr umgeben sein, das sie schützt und in Position hält.

ANMERKUNG 1 Die gemeinsame Probenahme von SO₂ und Wasser ist mit derselben Sonde möglich (ohne Düse, wenn keine Tropfen vorhanden sind).

ANMERKUNG 2 Die gemeinsame Probenahme von HCl und Wasser ist mit derselben Sonde möglich (ohne Düse, wenn keine Tropfen vorhanden sind).

5.3 Filterhalter

Der Filterhalter muss aus einem Material gefertigt sein, das gegenüber Wasserdampf inert ist, und eine gasdichte Verbindung mit der Sonde ermöglichen.

Der Filterhalter kann platziert werden entweder:

- im Abgaskanal unmittelbar hinter der Sondenöffnung (Filterung im Abgaskanal) oder
- außerhalb des Abgaskanals unmittelbar am Ende des Ansaugrohres (Filterung außerhalb des Abgaskanals).

Der Filterhalter muss so mit der Sonde verbunden werden, dass zwischen beiden kein kaltes Leitungsstück vorkommt.

ANMERKUNG In Sonderfällen, in denen die Probegastemperatur 200 °C übersteigt, darf der Heizmantel um die Sonde, den Filterhalter und die Verbindungsleitungen entfallen. Jedoch sollte die Temperatur der Gasprobe unmittelbar hinter dem Filterhalter nicht unter die Temperatur des Säuretaupunkts sinken.

5.4 Partikelfilter

Partikelfilter und Filterhalter unterschiedlicher Konstruktionen dürfen verwendet werden, jedoch sollte die Verweilzeit der Gasprobe möglichst kurz sein.

5.5 Auffangeinheit

Die Auffangeinheit muss bestehen aus:

- einer Absorptionseinheit oder
 - einer Kondensations- und einer Absorptionseinheit.
- a) Wenn nur die Absorptionseinheit verwendet wird, muss sie zumindest aus einer Kartusche, einem Impinger oder einem Absorber bestehen, der ein geeignetes Trockenmittel enthält, z. B. gefärbtes Silikagel.
 - b) Die Kondensations- und Absorptionseinheit muss aus zwei Stufen bestehen:
 - 1) die erste muss eine Kondensationsstufe, ggf. mit Kühlung, sein;
 - 2) die zweite muss eine Absorptionsstufe sein, wie in a) beschrieben.

Die Temperatur am Ausgang der Kondensationseinheit muss so niedrig wie möglich sein.

Der Wirkungsgrad der Probenahmeeinrichtung muss nach dem Verfahren in 6.4.2 überprüft werden.

ANMERKUNG Der Wirkungsgrad der Auffangeinheit kann erhöht werden durch Verlängerung der Verweilzeit der Gasprobe in der Auffangeinheit und/oder durch Verbesserung des Wirkungsgrads des Kühlsystems. Das Probenvolumen sollte ausreichend groß sein, um eine angemessene Messgenauigkeit zu erreichen (siehe 5.8 und Abschnitt 7).

Kondensation von Wasserdampf muss in allen Teilen der Probenahmeeinrichtung vermieden werden, die nicht gewogen werden.

5.6 Kühlsystem (optional)

Jegliche Art von Kühlsystem darf zur Kondensation des Wasserdampfes in der Abgasprobe verwendet werden, z. B. zerstoßenes Eis oder eine Kälte erzeugende Einheit.

5.7 Probenahmepumpe

Es wird eine leckfreie Pumpe benötigt, die Gasproben bei vorgegebenem Volumenstrom entnehmen kann.

ANMERKUNG 1 Ein (optionales) Schwebekörpervolumenstrommessgerät kann die Einstellung des nominalen Volumenstroms erleichtern.

ANMERKUNG 2 Ein kleiner Ausgleichsbehälter zwischen der Pumpe und dem Schwebekörpervolumenstrommessgerät darf verwendet werden, um die Stoßbelastung auf das Schwebekörpervolumenstrommessgerät durch die Membranpumpe zu eliminieren.

ANMERKUNG 3 Ein (optionales) Steuerventil kann auch hilfreich sein, um den Volumenstrom des Probengases einzustellen.

5.8 Gasvolumenmessgerät

Es dürfen zwei Varianten von Gasvolumenmessgeräten verwendet werden:

- Gasvolumenmessgerät trockener Bauart oder
 - Gasvolumenmessgerät nasser Bauart.
- a) Das Gasvolumenmessgerät (trocken oder feucht) muss eine relative Messunsicherheit von nicht größer als $\pm 2 \%$ des gemessenen Volumens (unter Probenahmebedingungen) haben.

Das Gasvolumenmessgerät muss mit einem Temperaturmessgerät ausgerüstet sein (Messunsicherheit kleiner $\pm 2,5 \text{ K}$) und mit einem absoluten Druckmessgerät in Verbindung stehen (Messunsicherheit kleiner $\pm 1 \%$).