

Emissionen aus stationären Quellen

Bestimmung von Wasserdampf in Leitungen

Deutsche Fassung prEN 14790:2003

DIN**EN 14790**

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

ICS 13.040.40

Einsprüche bis 2004-01-31

Entwurf

Stationary source emissions – Determination of the water vapour
in ducts; German version prEN 14790:2003

Élément introductif – Élément central – Élément complémentaire;
Version allemande prEN 14790:2003

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf 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 <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;
- oder in Papierform an die Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf.

Nationales Vorwort

Der europäische Norm-Entwurf prEN 14790:2003 wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe „Referenzmessverfahren für NO_x, SO_x, O₂, CO und Wasserdampfemissionen“ (Sekretariat AFNOR) des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat DIN) unter Mitwirkung deutscher Experten ausgearbeitet, die von der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss – benannt wurden.

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

EN 13284:2001 siehe DIN EN 13284-1:2002
ISO 5725-2:1994 siehe DIN ISO 5725-2:2002
ISO 14956:2002 siehe DIN EN ISO 14956:2003
VIM: 1994 siehe VIM Internationales Wörterbuch der Metrologie: 1994
ENV 13005:1999 siehe DIN V ENV 13005:1999

Fortsetzung 38 Seiten prEN

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

— Entwurf —

— Leerseite —

CEN/TC 264

Datum: 2003-09

prEN 14790

CEN/TC 264

Sekretariat: DIN

Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung von Wasserdampf in Leitungen

Stationary source emissions — Determination of the water vapour in ducts

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe.....	6
4 Grundlagen	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Absorption oder Kondensations- / Absorptionsverfahren	9
4.3 „Temperaturverfahren“	9
5 Geräte	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Probennahmesonde.....	9
5.3 Filterhalter.....	10
5.4 Partikelfilter	10
5.5 Auffangeinheit	10
5.6 Kühlsystem	11
5.7 Probenahmepumpe.....	11
5.8 Gasvolumenmessgerät.....	11
5.9 Barometer	11
5.10 Waage.....	11
5.11 Temperaturmessung.....	12
6 Messverfahren.....	12
6.1 Allgemeine Anforderungen	12
6.2 Vorbereitung und Aufstellung der Geräte	12
6.2.1 Probenahmeort.....	12
6.2.2 Probenahmepunkt.....	12
6.2.3 Zusammenstellen der Geräte.....	13
6.3 Überprüfung auf Lecks.....	14
6.4 Durchführung der Probenahme.....	14
6.4.1 Einführen der Sonde in die Leitung	14
6.4.2 Probenahme	14
6.5 Wiederholbarkeit der Wägung	15
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 Kenngrößen des Verfahrens und Leistungskriterien.....	15
7.3 Aufstellen der Unsicherheitsbilanz	16
7.4 Gleichwertigkeit mit einem Alternativverfahren	17
8 Bewertung des Verfahrens im Feld.....	17
8.1 Allgemeines	17
8.2 Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit im Feldbetrieb	17
8.3 Versuchsdaten	18
9 Bestimmung des Wasserdampfgehalts.....	18
10 Messbericht	19
Anhang A (informativ) Bestimmung der Wasserdampfkonzentration in mit Wasserdampf gesättigtem Gas bei $P_{\text{std}} = 101,325 \text{ kPa}$	20
Anhang B (normativ) Arten von Probenahmegeräten	23
Anhang C (informativ) Verfahren zur Detektion von Lecks.....	24
C.1 Verfahren A.....	24
C.2 Verfahren B.....	24

Anhang D (informativ) Beispiel für die Bewertung der Übereinstimmung des Bezugsverfahrens für Wasserdampf mit den Anforderungen für Emissionsmessungen.....	26
D.1 Besondere Bedingungen am Einsatzort.....	26
D.2 Leistungskennwerte des Verfahrens	27
D.3 Berechnung der Standardunsicherheit der gemessenen Konzentration	27
D.3.1 Modellgleichung und Anwendung der Unsicherheitsfortpflanzungsregeln.....	27
D.3.2 Ergebnisse der Berechnung der Standardunsicherheiten	31
D.3.3 Schätzung der Gesamtunsicherheit.....	33
Anhang E (informativ) Bewertung des Verfahrens	35
E.1 Beschreibung der Anlagen	35
E.3 Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit.....	36
E.3.1 Wiederholbarkeit.....	36
E.3.2 Vergleichbarkeit	37
Anhang F (informativ) Zusammenhang mit EU-Richtlinien.....	38

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14790:2003) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Anhänge A, C, D, E und F sind informativ. Anhang B ist normativ

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Verfahren fest zur Bestimmung von Wasserdampf in Abgasleitungen und Abgaskaminen von ins Freie emittierenden stationären Anlagen. Das Verfahren in dieser Europäischen Norm ist ein Referenzverfahren für die periodische Überwachung und für die Kalibrierung oder Überprüfung von automatischen Überwachungssystemen, die permanent an einem Abgaskamin installiert sind.

Die Bestimmung von Wasserdampf ist hauptsächlich notwendig für:

- Kontrollzwecke, um die Konzentration bei Standardbedingungen anzugeben (bezogen auf trockenes Gas)
- um die Flussrate für die isokinetische Probenahme anzupassen, wenn ein Messgerät verwendet wird, das die Flussrate von Trockengas misst.

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

Diese Europäische Norm gilt für den Bereich von 1 % bis 100 % relativer Feuchte und für Wasserdampfkonzentrationen im Nassgas von $4,9 \text{ g/m}^3$ bis 775 g/m^3 ; die Obergrenze des Verfahrens hängt vom Maximaldruck von Wasser in Luft oder Gas bei der vorliegenden Temperatur ab.

Diese Europäische Norm wurde in Feldversuchen an Müllverbrennungsanlagen und Mitverbrennungsanlagen sowie an Großfeuerungsanlagen beurteilt. Sie wurde mit Probenahmezeiten von 30 min im Konzentrationsbereich von 7 Vol.-% bis 26 Vol.-% validiert.

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

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

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 (einschließlich Änderung).

EN 13284-1:2001, *Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Staubmassenkonzentration bei geringen Konzentrationen – Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren.*

ISO 5725-2:1994, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic methods for the determination of the trueness of a standard measurement method.*

ISO 14956: 2002, *Air Quality – Evaluation of the suitability of a measurement method by comparison with a stated measurement uncertainty.*

prCEN/TS 14793, *Emissionen aus stationären Quellen – Validierv Verfahren im Laboratorium für den Vergleich eines Alternativverfahrens mit einem Referenzverfahren.*

VIM:1994, *International vocabulary of basic and general terms in metrology.*

ENV 13005:1999, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

Absorber

eine Einrichtung, in der Wasserdampf absorbiert wird

3.2

Nachweisgrenze (L_D)

Konzentrationswert einer zu messenden Substanz, bei dessen Unterschreitung mit mindestens 95 prozentiger Sicherheit angenommen werden kann, dass die Probe frei von der gesuchten Substanz ist

3.3

Taupunkt

Temperatur, bei deren Unterschreitung Wasserdampfkondensation einsetzt bei gegebenen Druckverhältnissen des Abgases

3.4

Tröpfchen

kleine Flüssigkeitsteilchen von kondensiertem Wasserdampf oder 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

mehrere aufeinander folgende Messungen, die auf derselben Probenahmefläche und unter denselben Prozessbetriebsbedingungen durchgeführt werden

[EN 13284-1]

3.7

Wiederholbarkeit im Labor

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

ANMERKUNG 1 Die Wiederholbedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren
- dasselbe Labor
- dasselbe Probenahmegerät unter denselben Verwendungsbedingungen
- 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 Wiederholbarkeit durch einen Wert auf dem 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

[VIM 3.6]

3.8

Wiederholbarkeit im Feldbetrieb

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

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren
- zwei Messeinrichtungen, deren Leistung die Erfordernisse der Referenzmethode bei Einsatz unter gleichen Messbedingungen erfüllen.
- denselben Ort
- Durchführung durch dasselbe Labor

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

In dieser Europäischen Norm wird die Wiederholbarkeit im Feldbetrieb durch einen Wert auf dem 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

3.9

Vergleichbarkeit im Feldbetrieb

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

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren
- mehrere Messeinrichtungen, deren Leistungen bei Einsatz unter gleichen Messbedingungen die Erfordernisse der Bezugsmethode erfüllen .
- denselben Ort
- Durchführung durch mehrere Labors

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

In dieser Europäischen Norm wird die Vergleichbarkeit im Feldbetrieb durch einen Wert auf dem 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

3.10

Probenahmeort

nahe der Probenahmefläche gelegener spezieller Bereich, wo die Messgeräte aufgebaut werden

3.11

Probenahmefläche

Fläche am Probenahmepunkt, die senkrecht zur Mittellinie der Leitung steht

[EN 13284-1]

3.12**Probenahmepunkt**

bestimmter Punkt auf einer Probenahmeachse, an dem eine Probe gezogen wird

[EN 13284-1]

3.13**Standardreferenzverfahren (SRM)**

Von der Fachwelt anerkanntes Messverfahren, das nach Übereinkunft als Referenzverfahren gilt. Es erzeugt nach Annahme den Referenzwert der Messgröße (3.5).

3.14**Auffangwirkungsgrad (ϵ)**

das Verhältnis ϵ der von der Auffangeinheit unter normalen Bedingungen gesammelten Wassermenge q_1 zur Gesamtwassermenge, bestehend aus der von der Auffangeinheit gesammelten Menge q_1 und der in einer zusätzlichen Auffangeinheit gesammelten Menge q_2

$$\epsilon = q_1 / (q_1 + q_2)$$

3.15**Dampfdruck**

Partialdruck von dampfförmigem Wasser

4 Grundlagen

4.1 Allgemeines

Diese Europäische Norm beschreibt ein manuelles Referenzverfahren für die Bestimmung des Wasserdampfgehalts in Leitungen und Abzügen ins Freie. Die spezifischen Komponenten und die Anforderungen an das Messsystem werden beschrieben. Für das Probenahmesystem wird eine Reihe von Verfahrenskenngrößen zusammen mit Mindestleistungskriterien angegeben (siehe Tabelle 2 in 7.2). Die Gesamtunsicherheit des Verfahrens muss den Spezifikationen dieser Europäischen Norm entsprechen.

Das im Folgenden beschriebene Verfahren ist geeignet für tröpfchenfreie Abgase.

Im Rahmen dieser Europäischen Norm wird angenommen, dass die Gasströme in Abzügen und Leitungen sich mehr oder weniger im adiabatischen (thermodynamischen) Gleichgewicht befinden. Unter diesen Bedingungen können Tröpfchen nur entstehen, wenn der Gasstrom mit Wasserdampf gesättigt ist. Falls keine Tröpfchen im Gasstrom vorhanden sind, wird angenommen, dass der Gasstrom nicht mit Wasserdampf gesättigt ist. Eine Gasprobe wird bei konstanter Strömungsrate dem Abzug entnommen. Der Wasserdampf in der Probe wird anschließend aufgefangen entweder durch Absorption oder durch Kondensation plus Absorption. Danach wird die Dampfmasse 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 ist als der erwartete Wert, 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 Normgasvolumeneinheit beim Gleichgewicht von Flüssigkeit und Gas und gegebener Temperatur, Zusammensetzung und gegebenem Druck des Gasstroms.

4.2 Absorption oder Kondensations- / Absorptionsverfahren

Eine abgemessene Gasmenge wird dem Gasstrom entnommen und durch eine Auffangeinheit geleitet, die den Wirkungsgradspezifikationen 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 getaucht, bis er sein Gleichgewicht erreicht hat. Die im Gas vorhandene Wasserdampfmenge wird anschließend unter Verwendung einer Tabelle oder eines Diagramms der Wasser-Dampf-Gleichgewichte aus der Temperatur abgeleitet (siehe Anhang A).

5 Geräte

5.1 Allgemeines

Eine bekannte Menge Abgas wird repräsentativ aus der Leitung oder dem Abzug während einer bestimmten Zeit bei eingestellter Strömungsrate entnommen. Ein Filter entfernt den Staub aus der Probe und danach strömt das Gas durch die Auffangeinheit. Es ist wichtig, dass alle Teile des Probenahmegeräts vor der ersten Auffangeinheit beheizt werden und dass die Teile weder Wasserdampf absorbieren noch mit ihm reagieren. Das bedeutet, dass sie aus Borosilikatglas, Quarzglas, PTFE oder Titan gefertigt sein müssen.

Ein Beispiel eines geeigneten Probenahmegeräts ist in Bild B.1 im Anhang B gezeigt. Der Anwender kann wählen zwischen einer Auffangeinrichtung, die entweder aus:

- einer Absorptionseinheit, oder
- einem Kondensor und einer Absorptionseinheit

besteht. Die Wahl muss im Hinblick auf die Erfüllung des in 7.2 vorgeschriebenen Wirkungsgrads getroffen werden.

5.2 Probenahmesonde

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

Das Verfahren aus Abschnitt 6.2 kann angewendet werden, wenn der Betreiber ungenügende Homogenität des Abgases vermutet.

An der Sonde sollte vor der Probenahme eine Markierung angebracht werden, die anzeigt, wo der repräsentative Messpunkt auf der Probenahmefläche liegt.

Die Probenahmesonde muss von einem Heizmantel umgeben sein, der eine kontrollierte Temperatur von ungefähr 120 °C oder eine Temperatur höher als der Säuretaupunkt des Abgases aufrechterhalten kann, um Wasserkondensation zu vermeiden.

Die Probenahmesonde muss aus einem geeigneten korrosionsbeständigen Material gefertigt sein, das Wasserdampf nicht adsorbiert (z. B. nicht rostender Stahl, Glas). Um Kondensation zu vermeiden, muss die Sonde so beheizt werden, dass ihre Temperatur über dem Wasser- oder Säuretaupunkt liegt.

5.3 Filterhalter

Der Filterhalter muss aus einem Material gefertigt sein, das mit Wasserdampf nicht reagiert, und muss eine gasdichte Kopplung mit der Sonde ermöglichen.

Der Filterhalter kann platziert werden entweder:

- in der Leitung oder im Kamin unmittelbar hinter der Sondenöffnung (Filterung im Kamin), oder
- außerhalb der Leitung oder des Kamins unmittelbar am Ende des Ansaugschlauchs (Filterung außerhalb des Kamins).

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

ANMERKUNG 1 In Sonderfällen, in denen die Probegastemperatur 200 °C übersteigt, kann der Heizmantel um die Sonde, den Filterhalter und die Verbindungsleitungen entfallen. Jedoch darf die Gasprobentemperatur unmittelbar hinter dem Filterhalter nicht unter den Säuretaupunkt sinken.

5.4 Partikelfilter

Partikelfilter und Filterhalter unterschiedlicher Konstruktionen können 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 eine Absorptionseinheit verwendet wird, muss sie zumindest aus einer Kartusche, einem Impinger oder einer Waschflasche bestehen, der oder die eine geeignete Trocknungssubstanz enthält, z. B. gefärbtes Silikagel.
- b) Die Kondensations- und Absorptionseinheit muss aus zwei Stufen bestehen:
- 1) Die erste muss eine Kondensationsstufe mit geeigneter 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 des Probenahmesystems muss in regelmäßigen Abständen überprüft werden, indem eine weitere Absorptionseinheit hinter der normal konfigurierten Auffangeinheit platziert wird und die Masse des in ihr gesammelten Wassers gemessen wird. Die in dieser zusätzlichen Auffangeinheit gesammelte Wassermenge q_2 muss weniger als 10 % des Wassers betragen, das in der gesamten Probenahmeeinheit aufgefangen wurde. Das bedeutet, dass der Absorptionseffizienzgrad ϵ der Auffangeinheit besser als 90 % sein muss.

Wirkungsgrad des Probenahmesystems: $\epsilon = q_1 / (q_1 + q_2)$

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